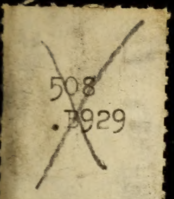

508
.B929

HISTOIRE NATURELLE.

MATIÈRES GÉNÉRALES.

TOME SEPTIÈME.

508
B929

HISTOIRE NATURELLE

PAR BUFFON,

DÉDIÉE AU CITOYEN LACEPEDE,
MEMBRE DE L'INSTITUT NATIONAL.

MATIERES GÉNÉRALES.

TOME SEPTIEME.

V.7



A PARIS,

A LA LIBRAIRIE STÉRÉOTYPE
DE P. DIDOT L'AÎNÉ, GALERIES DU LOUVRE, N° 3,
ET FIRMIN DIDOT, RUE DE THIONVILLE, N° 116.

AN VII. — 1799.

HISTOIRE NATURELLE.

PARTIE HYPOTHÉTIQUE.

PREMIER MÉMOIRE.

Recherches sur le refroidissement de la Terre et des planètes.

En supposant, comme tous les phénomènes paroissent l'indiquer, que la Terre ait autrefois été dans un état de liquéfaction causée par le feu, il est démontré, par nos expériences, que si le globe étoit entièrement composé de fer ou de matière ferrugineuse *,

* Premier et huitième Mémoires.

il ne se seroit consolidé jusqu'au centre qu'en 4026 ans, refroidi au point de pouvoir le toucher sans se brûler en 46991 ans, et qu'il ne se seroit refroidi au point de la température actuelle qu'en 100696 ans; mais comme la Terre, dans tout ce qui nous est connu, nous paroît être composée de matières vitrescibles et calcaires qui se refroidissent en moins de temps que les matières ferrugineuses, il faut, pour approcher de la vérité autant qu'il est possible, prendre les temps respectifs du refroidissement de ces différentes matières, tels que nous les avons trouvés par les expériences du second Mémoire, et en établir le rapport avec celui du refroidissement du fer. En n'employant dans cette somme que le verre, le grès, la pierre calcaire dure, les marbres et les matières ferrugineuses, on trouvera que le globe terrestre s'est consolidé jusqu'au centre en 2905 ans environ, qu'il s'est refroidi au point de pouvoir le toucher en 33911 ans environ, et à la température actuelle en 74047 ans environ.

J'ai cru ne devoir pas faire entrer dans cette somme des rapports du refroidissement des matières qui composent le globe, ceux de-

l'or, de l'argent, du plomb, de l'étain, du zinc, de l'antimoine et du bismuth, parce que ces matières ne font, pour ainsi dire, qu'une partie infiniment petite du globe.

De même je n'ai point fait entrer les rapports du refroidissement des glaises, des ocres, des craies et des gypses, parce que ces matières n'ayant que peu ou point de dureté, et n'étant que des détrimens des premières, ne doivent pas être mises au rang de celles dont le globe est principalement composé, qui, prises généralement, sont concrètes, dures et très-solides, et que j'ai cru devoir réduire aux matières vitrescibles, calcaires et ferrugineuses, dont le refroidissement mis en somme d'après la table que j'en ai donnée *, est à celui du fer :: 50516 : 70000 pour pouvoir les toucher, et :: 51475 : 70000 pour le point de la température actuelle. Ainsi, en partant de l'état de la liquéfaction, il a dû s'écouler 2905 ans avant que le globe de la Terre fût consolidé jusqu'au centre; de même il s'est écoulé 33911 ans avant que sa surface fût assez refroidie pour

* Second Mémoire, tome V, page 144.

pouvoir la toucher, et 74047 ans avant que sa chaleur propre ait diminué au point de la température actuelle ; et comme la diminution du feu ou de la très-grande chaleur se fait toujours à très-peu près en raison de l'épaisseur des corps ou du diamètre des globes de même densité, il s'ensuit que la Lune, dont le diamètre n'est que de $\frac{3}{11}$ de celui de la Terre, auroit dû se consolider jusqu'au centre en 792 ans $\frac{3}{11}$ environ, se refroidir au point de pouvoir la toucher en 9248 ans $\frac{5}{11}$ environ, et perdre assez de sa chaleur propre pour arriver au point de la température actuelle en 20194 ans environ, en supposant que la Lune est composée des mêmes matières que le globe terrestre : néanmoins, comme la densité de la Terre est à celle de la Lune :: 1000 : 702, et qu'à l'exception des métaux, toutes les autres matières vitrescibles ou calcaires suivent dans leur refroidissement le rapport de la densité assez exactement, nous diminuerons les temps du refroidissement de la Lune dans ce même rapport de 1000 à 702; en sorte qu'au lieu de s'être consolidée jusqu'au centre en 792 ans, on doit dire 556 ans environ pour le temps réel de sa consolida-

tion jusqu'au centre, et 6492 ans pour son refroidissement au point de pouvoir la toucher, et enfin 14176 ans pour son refroidissement à la température actuelle de la Terre; en sorte qu'il y a 59871 ans entre le temps de son refroidissement et celui du refroidissement de la Terre, abstraction faite de la compensation qu'a dû produire sur l'une et sur l'autre la chaleur du Soleil, et la chaleur réciproque qu'elles se sont envoyée.

De même le globe de Mercure, dont le diamètre n'est que $\frac{1}{3}$ de celui de notre globe, auroit dû se consolider jusqu'au centre en 968 ans $\frac{1}{2}$, se refroidir au point de pouvoir le toucher en 11301 ans environ, et arriver à celui de la température actuelle de la Terre en 24682 ans environ, s'il étoit composé d'une matière semblable à celle de la Terre : mais sa densité étant à celle de la Terre :: 2040 : 1000, il faut prolonger dans la même raison les temps de son refroidissement. Ainsi Mercure s'est consolidé jusqu'au centre en 1976 ans $\frac{3}{10}$, refroidi au point de pouvoir le toucher en 23054 ans, et enfin à la température actuelle de la Terre en 50351 ans; en sorte qu'il y a 23696 ans entre le temps

de son refroidissement et celui du refroidissement de la Terre, abstraction faite de même de la compensation qu'a dû faire à la perte de sa chaleur propre, la chaleur du Soleil, duquel il est plus voisin qu'aucune autre planète.

De même le diamètre du globe de Mars n'étant que $\frac{13}{25}$ de celui de la Terre, il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 1510 ans $\frac{3}{5}$ environ, se refroidir au point de pouvoir le toucher en 17634 ans environ, et arriver à celui de la température actuelle de la Terre en 38504 ans environ, s'il étoit composé d'une matière semblable à celle de la Terre ; mais sa densité étant à celle du globe terrestre :: 730 : 1000, il faut diminuer dans la même raison les temps de son refroidissement. Ainsi Mars se sera consolidé jusqu'au centre en 1102 ans $\frac{18}{25}$ environ, refroidi au point de pouvoir le toucher en 12873 ans, et enfin à la température actuelle de la Terre en 28108 ans ; en sorte qu'il y a 45839 ans entre les temps de son refroidissement et celui de la Terre, abstraction faite de la différence qu'a dû produire la chaleur du Soleil sur ces deux planètes.

De même le diamètre du globe de Vénus

étant $\frac{17}{18}$ du diamètre de notre globe, il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 2744 ans environ, se refroidir au point de pouvoir le toucher en 32027 ans environ, et arriver à celui de la température actuelle de la Terre en 69933 ans, s'il étoit composé d'une matière semblable à celle de la Terre; mais sa densité étant à celle du globe terrestre :: 1270 : 1000, il faut augmenter dans la même raison les temps de son refroidissement. Ainsi Vénus ne se sera consolidée jusqu'au centre qu'en 3484 ans $\frac{22}{25}$ environ, refroidie au point de pouvoir la toucher en 40674 ans, et enfin à la température actuelle de la Terre en 88815 ans environ; en sorte que ce ne sera que dans 14768 ans que Vénus sera au même point de température qu'est actuellement la Terre, toujours abstraction faite de la différente compensation qu'a dû faire la chaleur du Soleil sur l'une et sur l'autre.

Le diamètre du globe de Saturne étant à celui de la Terre :: $9\frac{1}{2}$: 1, il s'ensuit que, malgré son grand éloignement du Soleil, il est encore bien plus chaud que la Terre; car, abstraction faite de cette légère différence, causée par la moindre chaleur qu'il reçoit

du Soleil, il se trouve qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 27597 ans $\frac{1}{2}$, se refroidir au point de pouvoir le toucher en 322154 ans $\frac{1}{2}$, et arriver à celui de la température actuelle en 703446 ans $\frac{2}{2}$, s'il étoit composé d'une matière semblable à celle du globe terrestre; mais sa densité n'étant à celle de la Terre que :: 184 : 1000, il faut diminuer dans la même raison les temps de son refroidissement. Ainsi Saturne se sera consolidé jusqu'au centre en 5078 ans environ, refroidi au point de pouvoir le toucher en 59276 ans environ, et enfin à la température actuelle en 129434 ans; en sorte que ce ne sera que dans 55387 ans que Saturne sera refroidi au même point de température qu'est actuellement la Terre, abstraction faite non seulement de la chaleur du Soleil, mais encore de celle qu'il a dû recevoir de ses satellites et de son anneau.

De même le diamètre de Jupiter étant onze fois plus grand que celui de la Terre, il s'ensuit qu'il est encore bien plus chaud que Saturne, parce que, d'une part, il est plus gros, et que, d'autre part, il est moins éloigné du Soleil; mais, en ne considérant que

sa chaleur propre, on voit qu'il n'auroit dû se consolider jusqu'au centre qu'en 31955 ans, ne se refroidir au point de pouvoir le toucher qu'en 373021 ans, et n'arriver à celui de la température de la Terre qu'en 814514 ans, s'il étoit composé d'une matière semblable à celle du globe terrestre; mais sa densité n'étant à celle de la Terre que :: 292 : 1000, il faut diminuer dans la même raison les temps de son refroidissement. Ainsi Jupiter se sera consolidé jusqu'au centre en 9331 ans $\frac{1}{2}$ environ, refroidi au point de pouvoir le toucher en 108922 ans, et enfin à la température actuelle en 237838 ans; en sorte que ce ne sera que dans 163791 ans que Jupiter sera refroidi au même point de température qu'est actuellement la Terre, abstraction faite de la compensation, tant par la chaleur du Soleil que par la chaleur de ses satellites.

Ces deux planètes, Jupiter et Saturne, quoique les plus éloignées du Soleil, doivent donc être beaucoup plus chaudes que la Terre, qui néanmoins, à l'exception de Vénus, est de toutes les autres planètes celle qui est actuellement la moins froide. Mais les satel-

lites de ces deux grosses planètes auront, comme la Lune, perdu leur chaleur propre en beaucoup moins de temps, et dans la proportion de leur diamètre et de leur densité; il y a seulement une double compensation à faire sur cette perte de la chaleur intérieure des satellites, d'abord par celle du Soleil, et ensuite par la chaleur de la planète principale, qui a dû, sur-tout dans le commencement et encore aujourd'hui, se porter sur ces satellites, et les réchauffer à l'extérieur beaucoup plus que celle du Soleil.

Dans la supposition que toutes les planètes aient été formées de la matière du Soleil, et projetées hors de cet astre dans le même temps, on peut prononcer sur l'époque de leur formation par le temps qui s'est écoulé pour leur refroidissement. Ainsi la Terre existe, comme les autres planètes, sous une forme solide et consistante à la surface, au moins depuis 74047 ans, puisque nous avons démontré qu'il faut ce même temps pour refroidir au point de la température actuelle un globe en incandescence, qui seroit de la même grosseur que le globe terrestre *, et composé des mêmes

* Huitième Mémoire, tome VI, page 159.

matières. Et comme la déperdition de la chaleur, de quelque degré qu'elle soit, se fait en même raison que l'écoulement du temps, on ne peut guère douter que cette chaleur de la Terre ne fût double, il y a 37023 ans $\frac{1}{2}$, de ce qu'elle est aujourd'hui, et qu'elle n'ait été triple, quadruple, centuple, etc. dans des temps plus reculés, à mesure qu'on se rapproche de la date de l'état primitif de l'incandescence générale. Sur les 74047 ans, il s'est, comme nous l'avons dit, écoulé 2905 ans avant que la masse entière de notre globe fût consolidée jusqu'au centre. L'état d'incandescence, d'abord avec flamme, et ensuite avec lumière rouge à la surface, a duré tout ce temps, après lequel la chaleur, quoiqu'obscure, ne laissoit pas d'être assez forte pour enflammer les matières combustibles, pour rejeter l'eau et la dissiper en vapeurs, pour sublimer les substances volatiles, etc. Cet état de grande chaleur sans incandescence a duré 33911 ans; car nous avons démontré, par les expériences du premier Mémoire*, qu'il faudroit 42964 ans à un globe

* Tome IV, page 317.

de fer gros comme la Terre, et chauffé jusqu'au rouge, pour se refroidir au point de pouvoir le toucher sans se brûler : et, par les expériences du second Mémoire *, on peut conclure que le rapport du refroidissement à ce point des principales matières qui composent le globe terrestre, est à celui du refroidissement du fer :: 50516 : 70000. Or 70000 : 50516 :: 42964 : 33911, à très-peu près. Ainsi le globe terrestre, très-opaque aujourd'hui, a d'abord été brillant de sa propre lumière pendant 2905 ans, et ensuite sa surface n'a cessé d'être assez chaude pour brûler qu'au bout de 33911 autres années. Déduisant donc ce temps sur 74047 ans qu'a duré le refroidissement de la Terre au point de la température actuelle, il reste 40136 ans. C'est de quelques siècles après cette époque que l'on peut, dans cette hypothèse, dater la naissance de la nature organisée sur le globe de la Terre ; car il est évident qu'aucun être vivant ou organisé n'a pu exister, et encore moins subsister, dans un monde où la chaleur étoit encore si grande, qu'on ne pou-

* Tome V, pag. 144 et suiv.

voit, sans se brûler, en toucher la surface, et que par conséquent ce n'a été qu'après la dissipation de cette chaleur trop forte que la Terre a pu nourrir des animaux et des plantes.

La Lune, qui n'a que $\frac{3}{11}$ du diamètre de notre globe, et que nous supposons composée d'une matière dont la densité n'est à celle de la Terre que :: 702 : 1000, a dû parvenir à ce premier moment de chaleur bénigne et productive bien plus tôt que la Terre, c'est-à-dire, quelque temps après les 6492 ans qui se sont écoulés avant son refroidissement, au point de pouvoir, sans se brûler, en toucher la surface.

Le globe terrestre se seroit donc refroidi du point d'incandescence au point de la température actuelle en 74047 ans, supposé que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre : mais, d'une part, le Soleil envoyant constamment à la Terre une certaine quantité de chaleur, l'accession ou le gain de cette chaleur extérieure a dû compenser en partie la perte de sa chaleur intérieure ; et, d'autre part, la Lune, dont la surface, à cause de sa proximité, nous paroît aussi grande que celle du Soleil, étant aussi chaude

que cet astre dans le temps de l'incandescence générale, envoyoit en ce moment à la Terre autant de chaleur que le Soleil même; ce qui fait une seconde compensation qu'on doit ajouter à la première, sans compter la chaleur envoyée dans le même temps par les cinq autres planètes, qui semble devoir ajouter encore quelque chose à cette quantité de chaleur extérieure que reçoit et qu'a reçue la Terre dans les temps précédens, abstraction faite de toute compensation par la chaleur extérieure à la perte de la chaleur propre de chaque planète; elles se seroient donc refroidies dans l'ordre suivant :

A pouvoir en toucher la surface sans se brûler.		A la température actuelle de la Terre.
Le globe terrestre en	33911 ans.	En 74047 ans.
La Lune.... en	6492 ans.	En 14176 ans.
Mercure.... en	23054 ans.	En 50351 ans.
Vénus...... en	40674 ans.	En 88815 ans.
Mars....... en	12873 ans.	En 28108 ans.
Jupiter.... en	108922 ans.	En 237838 ans.
Saturne.... en	59276 ans.	En 129434 ans.

Mais on verra que ces rapports varieront par la compensation que la chaleur du Soleil a faite à la perte de la chaleur propre de toutes les planètes.

Pour estimer la compensation que fait l'accession de cette chaleur extérieure envoyée par le Soleil et les planètes, à la perte de la chaleur intérieure de chaque planète en particulier, il faut commencer par évaluer la compensation que la chaleur du Soleil seul a faite à la perte de la chaleur propre du globe terrestre. On a fait une estimation assez précise de la chaleur qui émane actuellement de la Terre et de celle qui lui vient du Soleil; on a trouvé, par des observations très-exactes, et suivies pendant plusieurs années, que cette chaleur qui émane du globe terrestre est en tout temps et en toutes saisons bien plus grande que celle qu'il reçoit du Soleil. Dans nos climats, et particulièrement sous le parallèle de Paris, elle paroît être en été vingt-neuf fois, et en hiver quatre cent quatre-vingt-onze fois plus grande que la chaleur qui nous vient du Soleil. Mais on tomberoit dans l'erreur si l'on vouloit tirer de l'un ou de l'autre de ces rapports, ou même des deux

pris ensemble, le rapport réel de la chaleur propre du globe terrestre à celle qui lui vient du Soleil, parce que ces rapports ne donnent que les points de la plus grande chaleur de l'été, et de la plus petite chaleur, ou, ce qui est la même chose, du plus grand froid en hiver, et qu'on ignore tous les rapports intermédiaires des autres saisons de l'année. Néanmoins ce ne seroit que de la somme de tous ces rapports, soigneusement observés chaque jour, et ensuite réunis, qu'on pourroit tirer la proportion réelle de la chaleur du globe terrestre à celle qui lui vient du Soleil; mais nous pouvons arriver plus aisément à ce même but en prenant le climat de l'équateur, qui n'est pas sujet aux mêmes inconvéniens, parce que les étés, les hivers et toutes les saisons y étant à peu près égales, le rapport de la chaleur solaire à la chaleur terrestre y est constant, et toujours de $\frac{1}{50}$, non seulement sous la ligne équatoriale, mais à 5 degrés des deux côtés de cette ligne. On peut donc croire, d'après ces observations, qu'en général la chaleur de la Terre est encore aujourd'hui cinquante fois plus grande que la chaleur qui lui vient du Soleil. Cette

addition ou compensation de $\frac{1}{50}$ à la perte de la chaleur propre du globe n'est pas si considérable qu'on auroit été porté à l'imaginer : mais, à mesure que le globe se refroidira davantage, cette même chaleur du Soleil fera une plus forte compensation, et deviendra de plus en plus nécessaire au maintien de la nature vivante, comme elle a été de moins en moins utile à mesure qu'on remonte vers les premiers temps; car en prenant 74047 ans pour date de la formation de la Terre et des planètes, il s'est écoulé peut-être plus de 35000 ans où la chaleur du Soleil étoit de trop pour nous, puisque la surface de notre globe étoit encore si chaude au bout de 33911 ans, qu'on n'auroit pu la toucher.

Pour évaluer l'effet total de cette compensation, qui est $\frac{1}{50}$ aujourd'hui, il faut chercher ce qu'elle a été précédemment, à commencer du premier moment lorsque la Terre étoit en incandescence; ce que nous trouverons en comparant la chaleur actuelle du globe terrestre avec celle qu'il avoit dans ce temps. Or nous savons par les expériences de Newton, corrigées dans notre premier

Mémoire*, que la chaleur du fer rouge, qui est à très-peu près égale à celle du verre en incandescence, est huit fois plus grande que la chaleur de l'eau bouillante, et vingt-quatre fois plus grande que celle du Soleil en été. Or cette chaleur du Soleil en été, à laquelle Newton a comparé les autres chaleurs, est composée de la chaleur propre de la Terre et de celle qui lui vient du Soleil en été dans nos climats; et comme cette dernière chaleur n'est que $\frac{1}{29}$ de la première, il s'ensuit que de $\frac{30}{30}$ ou 1, qui représente ici l'unité de la chaleur en été, il n'en appartient au Soleil que $\frac{1}{30}$, et qu'il en appartient $\frac{29}{30}$ à la Terre. Ainsi la chaleur du fer rouge, qui a été trouvée vingt-quatre fois plus grande que ces deux chaleurs prises ensemble, doit être augmentée de $\frac{1}{30}$ dans la même raison qu'elle est aussi diminuée, et cette augmentation est par conséquent de $\frac{24}{30}$ ou de $\frac{4}{5}$. Nous devons donc estimer à très-peu près 25 la chaleur du fer rouge, relativement à la chaleur propre et actuelle du globe terrestre qui nous sert

* Premier Mémoire sur les progrès de la chaleur, partie expérimentale, tome IV, page 300.

d'unité. On peut donc dire que, dans le temps de l'incandescence, il étoit vingt-cinq fois plus chaud qu'il ne l'est aujourd'hui ; car nous devons regarder la chaleur du Soleil comme une quantité constante, ou qui n'a que très-peu varié depuis la formation des planètes. Ainsi, la chaleur actuelle du globe étant à celle de son état d'incandescence :: 1 : 25, et la diminution de cette chaleur s'étant faite en même raison que la succession du temps, dont l'écoulement total depuis l'incandescence est de 74047 ans, nous trouverons, en divisant 74047 par 25, que, tous les 2962 ans environ, cette première chaleur du globe a diminué de $\frac{1}{25}$, et qu'elle continuera de diminuer de même jusqu'à ce qu'elle soit entièrement dissipée; en sorte qu'ayant été 25 il y a 74047 ans, et se trouvant aujourd'hui $\frac{25}{25}$ ou 1, elle sera dans 74047 autres années $\frac{1}{25}$ de ce qu'elle est actuellement.

Mais cette compensation par la chaleur du Soleil étant $\frac{1}{50}$ aujourd'hui, étoit vingt-cinq fois plus petite dans le temps que la chaleur du globe étoit vingt-cinq fois plus grande; multipliant donc $\frac{1}{50}$ par $\frac{1}{25}$, la compensation dans l'état d'incandescence n'étoit que de

$\frac{1}{1250}$. Et comme la chaleur primitive du globe a diminué de $\frac{1}{25}$ tous les 2962 ans, on doit en conclure que, dans les derniers 2962 ans, la compensation étant $\frac{1}{50}$, et dans les premiers 2962 ans étant $\frac{1}{1250}$, dont la somme est $\frac{26}{1250}$, la compensation des temps suivans et antécédens, c'est-à-dire, pendant les 2962 ans précédant les derniers, et pendant les 2962 suivant les premiers, a toujours été égale à $\frac{26}{1250}$; d'où il résulte que la compensation totale pendant les 74047 ans est $\frac{26}{1250}$ multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de 2962 ans, ce qui donne $\frac{325}{1250}$ ou $\frac{13}{50}$. C'est-là toute la compensation que la chaleur du Soleil a faite à la perte de la chaleur propre du globe terrestre; cette perte, depuis le commencement jusqu'à la fin des 74047 ans étant 25, elle est à la compensation totale comme le temps total de la période est au temps du prolongement du refroidissement pendant cette période de 74047 ans. On aura donc $25 : \frac{13}{50} :: 74047 : 770$ ans environ. Ainsi, au lieu de 74047 ans, on doit dire qu'il y a 74817 ans que la Terre a commencé de recevoir la chaleur du Soleil et de perdre la sienne.

Le feu du Soleil, qui nous paroît si considérable, n'ayant compensé la perte de la chaleur propre de notre globe que de $\frac{12}{50}$ sur 25, depuis le premier temps de sa formation, l'on voit évidemment que la compensation qu'a pu produire la chaleur envoyée par la Lune et par les autres planètes à la Terre est si petite, qu'on pourroit la négliger, sans craindre de se tromper de plus de dix ans sur le prolongement des 74817 ans qui se sont écoulés pour le refroidissement de la Terre à la température actuelle. Mais, comme dans un sujet de cette espèce on peut desirer que tout soit démontré, nous ferons la recherche de la compensation qu'a pu produire la chaleur de la Lune à la perte de la chaleur du globe de la Terre.

La Lune se seroit refroidie au point de pouvoir en toucher la surface en 6492 ans, et au point de la température actuelle de la Terre en 14176 ans, en supposant que la Terre se fût elle-même refroidie à ce point en 74047 ans; mais, comme elle ne s'est réellement refroidie à la température actuelle qu'en 74817 ans environ, la Lune n'a pu se refroidir de même qu'en 14323 ans environ,

en supposant encore que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre. Ainsi sa chaleur étoit, à la fin de cette période de 14323 ans, vingt-cinq fois plus petite que dans le temps de l'incandescence, et l'on aura, en divisant 14323 par 25, 533 ans environ; en sorte que tous les 533 ans cette première chaleur de la Lune a diminué de $\frac{1}{25}$, et qu'étant d'abord 25, elle s'est trouvée $\frac{25}{25}$ ou 1 au bout de 14323 ans, et de $\frac{1}{25}$ au bout de 14323 autres années; d'où l'on peut conclure que la Lune, après 28646 ans, auroit été aussi refroidie que la Terre le sera dans 74817 ans, si rien n'eût compensé la perte de la chaleur propre de cette planète.

Mais la Lune n'a pu envoyer à la Terre une chaleur un peu considérable que pendant le temps qu'a duré son incandescence et son état de chaleur, jusqu'au degré de la température actuelle de la Terre; et elle seroit en effet arrivée à ce point de refroidissement en 14323 ans, si rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre : mais nous démontrerons tout-à-l'heure que, pendant cette période de 14323 ans, la chaleur du Soleil a compensé la perte de la chaleur de la Lune,

assez pour prolonger le temps de son refroidissement de 149 ans, et nous démontrerons de même que la chaleur envoyée par la Terre à la Lune pendant cette même période de 14323 ans, a prolongé son refroidissement de 1937 ans. Ainsi la période réelle du temps du refroidissement de la Lune, depuis l'incandescence jusqu'à la température actuelle de la Terre, doit être augmentée de 2086 ans, et se trouve être de 16409 ans, au lieu de 14323 ans.

Supposant donc la chaleur qu'elle nous envoyoit dans le temps de son incandescence, égale à celle qui nous vient du Soleil, parce que ces deux astres nous présentent chacun une surface à peu près égale, on verra que cette chaleur envoyée par la Lune, étant, comme celle du Soleil, $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, ne faisoit compensation dans le temps de l'incandescence que de $\frac{1}{1250}$ à la perte de la chaleur intérieure de notre globe, parce qu'il étoit lui-même en incandescence, et qu'alors sa chaleur propre étoit vingt-cinq fois plus grande qu'elle ne l'est aujourd'hui. Or, au bout de 16409 ans, la Lune étant refroidie au même point de

température que l'est actuellement la Terre, la chaleur que cette planète lui envoyoit dans ce temps n'auroit pu faire qu'une compensation vingt-cinq fois plus petite que la première, c'est-à-dire, de $\frac{1}{31250}$, si le globe terrestre eût conservé son état d'incandescence; mais sa première chaleur ayant diminué de $\frac{1}{25}$ tous les 2962 ans, elle n'étoit plus que de $19\frac{1}{2}$ environ au bout de 1640g ans. Ainsi la compensation que faisoit alors la chaleur de la Lune, au lieu de n'être que de $\frac{1}{31250}$, étoit de $\frac{\frac{19\frac{1}{2}}{25}}{31250}$. En ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps, c'est-à-dire $\frac{1}{1250}$ avec $\frac{\frac{19\frac{1}{2}}{25}}{31250}$, on aura $\frac{25\frac{19\frac{1}{2}}{25}}{31250}$ pour la somme de ces deux compensations, qui étant multipliée par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donne $\frac{309\frac{3}{4}}{31250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur envoyée par la Lune à la Terre pendant les 1640g ans. Et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en

même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement, on

aura $25 : \frac{309\frac{3}{4}}{31250} :: 16409 : 62\,\frac{26}{125}$ environ.

Ainsi la chaleur que la Lune a envoyée sur le globe terrestre pendant 16409 ans, c'est-à-dire, depuis l'état de son incandescence jusqu'à celui où elle avoit une chaleur égale à la température actuelle de la Terre, n'a prolongé le refroidissement de notre globe que de 6 ans $\frac{1}{2}$ environ, qui étant ajoutés aux 74817 ans, que nous avons trouvés précédemment, font en tout 74823 ans $\frac{1}{2}$ environ, qu'on doit encore augmenter de 8 ans, parce que nous n'avons compté que 74047 ans, au lieu de 74817 pour le temps du refroidissement de la Terre, et que 74047 ans $:$ 770 $::$ 770 $:$ 8 ans environ, et par conséquent on peut réellement assigner 74831 $\frac{1}{2}$ ou 74832 ans, à très-peu près, pour le temps précis qui s'est écoulé depuis l'incandescence de la Terre jusqu'à son refroidissement à la température actuelle.

On voit, par cette évaluation de la chaleur que la Lune a envoyée sur la Terre, combien est encore plus petite la compensa-

tion que la chaleur des cinq autres planètes a pu faire à la perte de la chaleur intérieure de notre globe : ces cinq planètes prises ensemble ne présentent pas à nos yeux une étendue de surface à beaucoup près aussi grande que celle de la Lune seule; et quoique l'incandescence des deux grosses planètes ait duré bien plus long-temps que celle de la Lune, et que leur chaleur subsiste encore aujourd'hui à un très-haut degré, leur éloignement de nous est si grand, qu'elles n'ont pu prolonger le refroidissement de notre globe que d'une si petite quantité de temps, qu'on peut la regarder comme nulle, et qu'on doit s'en tenir aux 74832 ans que nous avons déterminés pour le temps réel du refroidissement de la Terre à la température actuelle.

Maintenant il faut évaluer, comme nous l'avons fait pour la Terre, la compensation que la chaleur du Soleil a faite à la perte de la chaleur propre de la Lune, et aussi la compensation que la chaleur du globe terrestre a pu faire à la perte de cette même chaleur de la Lune, et démontrer, comme nous l'avons avancé, qu'on doit ajouter 2086

à la période de 14323 ans, pendant laquelle elle auroit perdu sa chaleur propre jusqu'au point de la température actuelle de la Terre, si rien n'eût compensé cette perte.

En faisant donc, sur la chaleur du Soleil, le même raisonnement pour la Lune que nous avons fait pour la Terre, on verra qu'au bout de 14323 ans la chaleur du Soleil sur la Lune n'étoit que comme sur la Terre $\frac{1}{50}$ de la chaleur propre de cette planète, parce que sa distance au Soleil et celle de la Terre au même astre sont à très-peu près les mêmes : dès lors sa chaleur, dans le temps de l'incandescence, ayant été vingt-cinq fois plus grande, il s'ensuit que tous les 533 ans cette première chaleur a diminué de $\frac{1}{25}$; en sorte qu'étant d'abord 25, elle n'étoit, au bout de 14323 ans, que $\frac{25}{25}$ ou 1. Or la compensation que faisoit la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de la Lune, étant $\frac{1}{50}$ au bout de 14323 ans, et $\frac{1}{1250}$ dans le temps de son incandescence, on aura, en ajoutant ces deux termes, $\frac{26}{1250}$, lesquels multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{13}{50}$ pour la compensation totale pendant cette première période de 14323 ans. Et

comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{13}{50}$ :: 14323 : 149 ans environ; d'où l'on voit que le prolongement du temps pour le refroidissement de la Lune par la chaleur du Soleil, a été de 149 ans pendant cette première période de 14323 ans; ce qui fait en tout 14472 ans pour le temps du refroidissement, y compris le prolongement qu'a produit la chaleur du Soleil.

Mais on doit en effet prolonger encore le temps du refroidissement de cette planète, parce que l'on est assuré, même par les phénomènes actuels, que la Terre lui envoie une grande quantité de lumière, et en même temps quelque chaleur. Cette couleur terne qui se voit sur la surface de la Lune quand elle n'est pas éclairée du Soleil, et à laquelle les astronomes ont donné le nom de *lumière cendrée*, n'est, à la vérité, que la réflexion de la lumière solaire que la Terre lui envoie; mais il faut que la quantité en soit bien considérable, pour qu'après une double réflexion elle soit encore sensible à nos yeux d'une

distance aussi grande. En effet, cette lumière est près de seize fois plus grande que la quantité de lumière qui nous est envoyée par la pleine Lune, puisque la surface de la Terre est pour la Lune près de seize fois plus étendue que la surface de cette planète ne l'est pour nous.

Pour me donner l'idée nette d'une lumière seize fois plus forte que celle de la Lune, j'ai fait tomber dans un lieu obscur, au moyen des miroirs d'Archimède, trente-deux images de la pleine Lune, réunies sur les mêmes objets : la lumière de ces trente-deux images étoit seize fois plus forte que la lumière simple de la Lune ; car nous avons démontré, par les expériences du sixième Mémoire, que la lumière en général ne perd qu'environ moitié par la réflexion sur une surface bien polie. Or cette lumière de trente-deux images de la Lune m'a paru éclairer les objets autant et plus que celle du jour, lorsque le ciel est couvert de nuages : il n'y a donc point de nuit pour la face de la Lune qui nous regarde, tant que le Soleil éclaire la face de la Terre qui la regarde elle-même.

Mais cette lumière n'est pas la seule éma-

nation bénigne que la Lune ait reçue et reçoive de la Terre. Dans le commencement des temps, le globe terrestre étoit pour cette planète un second Soleil plus ardent que le premier : comme sa distance à la Terre n'est que de quatre-vingt-cinq mille lieues, et que la distance du Soleil est d'environ trente-trois millions, la Terre faisoit alors sur la Lune un feu bien supérieur à celui du Soleil. Nous ferons aisément l'estimation de cet effet, en considérant que la Terre présente à la Lune une surface environ seize fois plus grande que le Soleil, et par conséquent le globe terrestre, dans son état d'incandescence, étoit pour la Lune un astre seize fois plus grand que le Soleil *. Or nous avons vu

* On peut encore présenter d'une autre manière qui paroîtra peut-être plus claire, les raisonnemens et les calculs ci-dessus. On sait que le diamètre du Soleil est à celui de la Terre :: 107 : 1, leurs surfaces :: 11449 : 1, et leurs volumes :: 1225043 : 1.

Le Soleil, qui est à peu près éloigné de la Terre et de la Lune également, leur envoie à chacune une certaine quantité de chaleur, laquelle, comme celle de tous les corps chauds, est en raison de la surface et non pas du volume. Supposant donc le Soleil divisé en 1225043 petits globes, chacun gros

que la compensation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de la Lune pendant 14323 ans, a été de $\frac{11}{50}$, et le prolongement du refroidissement, de 149 ans; mais la chaleur envoyée par la Terre en incandescence étant seize fois plus grande que celle du Soleil, la compensation qu'elle a faite

comme la Terre, la chaleur que chacun de ces petits globes enverroit à la Lune, seroit à celle que le Soleil lui envoie, comme la surface d'un de ces petits globes est à la surface du Soleil, c'est-à-dire, :: 1 : 11449. Mais, en mettant ce petit globe de feu à la place de la Terre, il est évident que la chaleur sera augmentée dans la même raison que l'espace aura diminué. Or la distance du Soleil et celle de la Terre à la Lune sont entre elles :: 7200 : 17, dont les quarrés sont :: 51840000 : 289. Donc la chaleur que le petit globe de feu placé à 85000 lieues de distance de la Lune lui enverroit, seroit à celle qu'il lui envoyoit auparavant :: 179377 : 1. Mais nous avons vu que la surface de ce petit globe n'étoit à celle du Soleil que :: 1 : 11449; ainsi la quantité de chaleur que sa surface enverroit vers la Lune, est 11449 fois plus petite que celle du Soleil. Divisant donc 179377 par 11449, il se trouve que cette chaleur envoyée par la Terre en incandescence à la Lune étoit 15 $\frac{2}{3}$, c'est-à-dire, environ seize fois plus forte que celle du Soleil.

alors étoit donc $\frac{16}{1250}$, parce que la Lune étoit elle-même en incandescence, et que sa chaleur propre étoit vingt-cinq fois plus grande qu'elle n'étoit au bout des 14323 ans : néanmoins la chaleur de notre globe ayant diminué de 25 à 20 $\frac{1}{7}$ environ depuis son incandescence jusqu'à ce même terme de 14323 ans, il s'ensuit que la chaleur envoyée par la Terre à la Lune dans ce temps, n'auroit fait compensation que de $\frac{12\frac{22}{25}}{1250}$ si la Lune eût conservé son état d'incandescence ; mais sa première chaleur ayant diminué pendant les 14323 ans de 25, la compensation que faisoit alors la chaleur de la Terre, au lieu de n'être que de $\frac{12\frac{22}{25}}{1250}$, a été de $\frac{12\frac{22}{25}}{1250}$ multipliés par 25, c'est-à-dire, de $\frac{322}{1250}$. En ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps de cette période de 14323 ans, savoir, $\frac{16}{1250}$ et $\frac{322}{1250}$, on aura $\frac{338}{1250}$ pour la somme de ces deux termes de compensation, qui étant multipliée par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donne $\frac{4225}{1250}$ ou 3 $\frac{19}{50}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur envoyée par la Terre à la Lune pen-

dant les 14323 ans; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : 3 $\frac{19}{50}$ :: 14323 : 1937 ans environ. Ainsi la chaleur de la Terre a prolongé de 1937 ans le refroidissement de la Lune pendant la première période de 14323 ans; et la chaleur du Soleil l'ayant aussi prolongé de 149 ans, la période du temps réel qui s'est écoulé depuis l'incandescence jusqu'au refroidissement de la Lune à la température actuelle de la Terre, est de 16409 ans environ.

Voyons maintenant combien la chaleur du Soleil et celle de la Terre ont compensé la perte de la chaleur propre de la Lune dans la période suivante, c'est-à-dire, pendant les 14323 ans qui se sont écoulés depuis la fin de la première période, où sa chaleur auroit été égale à la température actuelle de la Terre, si rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre.

La compensation par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de la Lune, étoit $\frac{1}{50}$ au commencement, et $\frac{25}{50}$ à la fin de

cette seconde période. La somme de ces deux termes est $\frac{26}{50}$, qui étant multipliée par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donne $\frac{325}{50}$ ou $6\frac{1}{2}$ pour la compensation totale par la chaleur du Soleil pendant la seconde période de 14323 ans. Mais la Lune ayant perdu, pendant ce temps, 25 de sa chaleur propre, et la perte de la chaleur propre étant à la compensation en même raison que le temps de la periode est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $6\frac{1}{2}$ :: 14323 : 3724 ans. Ainsi le prolongement du temps pour le refroidissement de la Lune par la chaleur du Soleil, ayant été de 149 ans dans la première période, a été de 3728 ans pour la seconde période de 14323 ans.

Et à l'égard de la compensation produite par la chaleur de la Terre pendant cette même seconde période de 14323 ans, nous avons vu qu'au commencement de cette seconde période, la chaleur propre du globe terrestre étant de $20\frac{1}{7}$, la compensation qu'elle a faite alors a été de $\frac{322\frac{2}{7}}{1250}$. Or la chaleur de la Terre ayant diminué pendant cette seconde période de $20\frac{1}{7}$ à $15\frac{2}{7}$, la compensation n'eût

été que de $\frac{244\frac{13}{28}}{1250}$ environ à la fin de cette période, si la Lune eût conservé le degré de chaleur qu'elle avoit au commencement de cette même période : mais comme sa chaleur propre a diminué de $\frac{25}{25}$ à $\frac{1}{25}$ pendant cette seconde période, la compensation produite par la chaleur de la Terre, au lieu de n'être que $\frac{244\frac{13}{28}}{1250}$, a été de $\frac{6111\frac{17}{28}}{1250}$ à la fin de cette seconde période; ajoutant les deux termes de compensation du premier et du dernier temps de cette seconde période, c'est-à-dire, $\frac{322\frac{2}{7}}{1250}$ et $\frac{6111\frac{17}{28}}{1250}$, on aura $\frac{6433\frac{6}{7}}{1250}$, qui étant multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{80423}{1250}$ ou $64\frac{1}{3}$ environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur envoyée par la Terre à la Lune dans cette seconde période; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : 64\frac{1}{3} :: 14323 : 38057$ ans environ. Ainsi le prolongement du refroidissement de la Lune par la chaleur de la Terre, qui a été de 1937

ans pendant la première période, se trouve de 38057 ans environ pour la seconde période de 14323 ans.

A l'égard du moment où la chaleur envoyée par le Soleil à la Lune a été égale à sa chaleur propre, il ne s'est trouvé ni dans la première ni dans la seconde période de 14323 ans, mais dans la troisième précisément, au second terme de cette troisième période, qui, multiplié par 572 $\frac{21}{25}$, donne 1145 $\frac{21}{25}$, lesquels, ajoutés aux 28646 années des deux périodes, font 29791 ans $\frac{21}{25}$. Ainsi c'est dans l'année 29792 de la formation des planètes que l'accession de la chaleur du Soleil a commencé à égaler et ensuite surpasser la déperdition de la chaleur propre de la Lune.

Le refroidissement de cette planète a donc été prolongé pendant la première période, 1°. de 149 ans par la chaleur du Soleil; 2°. de 1937 ans par la chaleur de la Terre, et, dans la seconde période, le refroidissement de la Lune a été prolongé; 3°. de 3724 ans par la chaleur du Soleil; et 4°. de 38057 ans par la chaleur de la Terre. En ajoutant ces quatre termes, on aura 43867 ans, qui étant joints aux 28646 ans des deux périodes, font en

tout 72513 ans : d'où l'on voit que c'a été dans l'année 72513, c'est-à-dire, il y a 2318 ans, que la Lune a été refroidie au point de $\frac{1}{25}$ de la température actuelle du globe de la Terre.

La plus grande chaleur que nous ayons comparée à celle du Soleil ou de la Terre, est la chaleur du fer rouge ; et nous avons trouvé que cette chaleur extrême n'est néanmoins que vingt-cinq fois plus grande que la chaleur actuelle du globe de la Terre ; en sorte que notre globe, lorsqu'il étoit en incandescence, ayant 25 de chaleur, n'en a plus que la vingt-cinquième partie, c'est-à-dire, $\frac{25}{25}$ ou 1 ; et, en supposant la première période de 74047 ans, on doit conclure que, dans une seconde période semblable de 74047 ans, cette chaleur ne sera plus que $\frac{1}{25}$ de ce qu'elle étoit à la fin de la première période, c'est-à-dire, il y a 785 ans. Nous regarderons le terme $\frac{1}{25}$ comme celui de la plus petite chaleur, de la même façon que nous avons pris 25, comme celui de la plus forte chaleur dont un corps solide puisse être pénétré. Cependant ceci ne doit s'entendre que relativement à notre propre nature et à celle des

êtres organisés : car cette chaleur $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre est encore double de celle qui nous vient du Soleil; ce qui fait une chaleur considérable, et qui ne peut être regardée comme très-petite que relativement à celle qui est nécessaire au maintien de la nature vivante; car il est démontré, même par ce que nous venons d'exposer, que si la chaleur actuelle de la Terre étoit vingt-cinq fois plus petite qu'elle ne l'est, toutes les matières fluides du globe seroient gelées, et que ni l'eau, ni la séve, ni le sang, ne pourroient circuler; et c'est par cette raison que j'ai regardé le terme $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe comme le point de la plus petite chaleur, relativement à la nature organisée, puisque de la même manière qu'elle ne peut naître dans le feu, ni exister dans la très-grande chaleur, elle ne peut de même subsister sans chaleur ou dans une trop petite chaleur. Nous tâcherons d'indiquer plus précisément les termes de froid et de chaud où les êtres vivans cesseroient d'exister : mais il faut voir auparavant comment se fera le progrès du refroidissement du globe terrestre jusqu'à ce point $\frac{1}{25}$ de sa chaleur actuelle.

Nous avons deux périodes de temps, chacune de 74047 ans, dont la première est écoulée, et a été prolongée de 785 ans par l'accession de la chaleur du Soleil et de celle de la Lune. Dans cette première période, la chaleur propre de la Terre s'est réduite de 25 à 1; et dans la seconde période, elle se réduira de 1 à $\frac{1}{25}$. Or nous n'avons à considérer dans cette seconde période que la compensation de la chaleur du Soleil; car on voit que la chaleur de la Lune est depuis long-temps si foible, qu'elle ne peut envoyer à la Terre qu'une si petite quantité qu'on doit la regarder comme nulle. Or la compensation par la chaleur du Soleil, étant $\frac{1}{50}$ à la fin de la première période de la chaleur propre de la Terre, sera par conséquent $\frac{25}{50}$ à la fin de la seconde période de 74047 ans: d'où il résulte que la compensation totale que produira la chaleur du Soleil pendant cette seconde période, sera $\frac{325}{50}$ ou 6 $\frac{1}{2}$; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 6 $\frac{2}{1}$ :: 74047 : 19252 environ. Ainsi la chaleur du Soleil,

qui a prolongé le refroidissement de la Terre de 770 ans pour la première période, le prolongera pour la seconde de 19252 ans.

Et le moment où la chaleur du Soleil sera égale à la chaleur propre de la Terre, ne se trouvera pas encore dans cette seconde période, mais au second terme d'une troisième période de 74047 ans ; et comme chaque terme de ces périodes est de 2962 ans, en les multipliant par 2 on a 5924 ans, lesquels ajoutés aux 148094 ans des deux premières périodes, il se trouve que ce ne sera que dans l'année 154018 de la formation des planètes que la chaleur envoyée du Soleil à la Terre sera égale à sa chaleur propre.

Le refroidissement du globe terrestre a donc été prolongé de 776 ans $\frac{1}{2}$ pour la première période, tant par la chaleur du Soleil que par celle de la Lune, et il sera encore prolongé de 19252 ans par la chaleur du Soleil pour la seconde période de 74047 ans. Ajoutant ces deux termes aux 148094 ans des deux périodes, on voit que ce ne sera que dans l'année 168123 de la formation des planètes, c'est-à-dire, dans 93291 ans, que la Terre sera refroidie au point de $\frac{1}{25}$ de la tem-

pérature actuelle, tandis que la Lune l'a été dans l'année 72514, c'est-à-dire, il y a 2318 ans, et l'auroit été bien plus tôt si elle ne tiroit, comme la Terre, des secours de chaleur que du Soleil, et si celle que lui a envoyée la Terre n'avoit pas retardé son refroidissement beaucoup plus que celle du Soleil.

Recherchons maintenant quelle a été la compensation qu'a faite la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre des cinq autres planètes.

Nous avons vu que Mercure, dont le diamètre n'est que $\frac{1}{3}$ de celui du globe terrestre, se seroit refroidi au point de notre température actuelle en 50351 ans, dans la supposition que la Terre se fût refroidie à ce même point en 74047 ans; mais, comme elle ne s'est réellement refroidie à ce point qu'en 74832 ans, Mercure n'a pu se refroidir de même qu'en 50884 ans $\frac{5}{7}$ environ, et cela en supposant encore que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre. Mais sa distance au Soleil étant à celle de la Terre au même astre :: 4 : 10, il s'ensuit que la chaleur qu'il reçoit du Soleil, en comparaison de celle que reçoit la Terre, est :: 100 : 16,

ou :: $6 \frac{1}{4}$: 1. Dès lors la compensation qu'a faite la chaleur du Soleil lorsque cette planète étoit à la température actuelle de la Terre, au lieu de n'être que $\frac{1}{50}$, étoit $\frac{6 \frac{1}{4}}{50}$; et dans le temps de son incandescence, c'est-à-dire, 50884 ans $\frac{5}{7}$ auparavant, cette compensation n'étoit que $\frac{6 \frac{1}{4}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{6 \frac{1}{4}}{50}$ et $\frac{6 \frac{1}{4}}{1250}$ du premier et du dernier temps de cette période, on aura $\frac{162 \frac{1}{2}}{1250}$, qui étant multipliés par $12 \frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{2031 \frac{1}{4}}{1250}$ ou $1 \frac{781 \frac{1}{4}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période de 50884 ans $\frac{5}{7}$; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $1 \frac{781 \frac{1}{4}}{1250}$ :: $50884 \frac{5}{7}$: 3307 ans $\frac{1}{2}$ environ. Ainsi le temps dont la chaleur du Soleil a prolongé le refroidissement de Mercure a été de 3307

ans $\frac{1}{2}$ pour la première période de 50884 ans $\frac{5}{7}$: d'où l'on voit que c'a été dans l'année 54192 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 20640 ans, que Mercure jouissoit de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Mais, dans la seconde période, la compensation étant au commencement $\frac{6\frac{1}{4}}{50}$, et à la fin $\frac{156\frac{1}{4}}{50}$, on aura, en ajoutant ces temps, $\frac{162\frac{1}{2}}{50}$, qui étant multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{2031\frac{1}{4}}{50}$ ou 40 $\frac{5}{8}$ pour la compensation totale par la chaleur du Soleil dans cette seconde période; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : 40$\frac{5}{8}$: : 50884 $\frac{5}{7}$: 82688 ans environ. Ainsi le temps dont la chaleur du Soleil a prolongé et prolongera celui du refroidissement de Mercure, ayant été de 3307 ans $\frac{1}{2}$ dans la première période, sera pour la seconde de 82688 ans.

Le moment où la chaleur du Soleil s'est trouvée égale à la chaleur propre de cette

planète, est au huitième terme de cette seconde période, qui multiplié par 2035 $\frac{2}{31}$ environ, nombre des années de chaque terme de cette période, donne 16283 ans environ, lesquels étant ajoutés aux 50884 ans $\frac{5}{7}$ de la période, on voit que c'a été dans l'année 67167 de la formation des planètes que la chaleur du Soleil a commencé de surpasser la chaleur propre de Mercure.

Le refroidissement de cette planète a donc été prolongé de 3307 ans $\frac{1}{2}$ pendant la première période de 50884 ans $\frac{1}{2}$, et sera prolongé de même par la chaleur du Soleil de 82688 ans pour la seconde période. Ajoutant ces deux nombres d'années à celui des deux périodes, on aura 187765 ans environ : d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 187765 de la formation des planètes que Mercure sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Vénus, dont le diamètre est $\frac{17}{18}$ de celui de la Terre, se seroit refroidie au point de notre température actuelle en 88815 ans, dans la supposition que la Terre se fût refroidie à ce même point en 74047 ans; mais comme elle ne s'est réellement refroidie à la tempéra-

ture actuelle qu'en 74832 ans, Vénus n'a pu se refroidir de même qu'en 89757 ans environ, en supposant encore que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre. Mais sa distance au Soleil étant à celle de la Terre au même astre comme 7 sont à 10, il s'ensuit que la chaleur que Vénus reçoit du Soleil, en comparaison de celle que reçoit la Terre, est :: 100 : 49. Dès lors la compensation que fera la chaleur du Soleil lorsque cette planète sera à la température actuelle de la Terre, au lieu de n'être que $\frac{1}{50}$, sera $\frac{2\frac{1}{50}}{50}$; et dans le temps de son incandescence, cette compensation n'a été que $\frac{2\frac{1}{50}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps de cette première période de 89757 ans, on aura $\frac{52\frac{26}{50}}{1250}$, qui étant multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{656\frac{1}{2}}{5250}$ pour la compensation totale qu'a faite et que fera la chaleur du Soleil pendant cette première période de 89757 ans; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale

en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{626\frac{1}{2}}{1250}$ :: 89757 : 1885 ans $\frac{1}{2}$ environ. Ainsi le prolongement du refroidissement de cette planète par la chaleur du Soleil, sera de 1885 ans $\frac{1}{2}$ environ pendant cette première période de 89757 ans : d'où l'on voit que ce sera dans l'année 91643 de la formation des planètes, c'est-à-dire, dans 16811 ans, que cette planète jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Dans la seconde période, la compensation étant au commencement $\frac{2\frac{1}{50}}{50}$, et à la fin $\frac{50\frac{1}{2}}{50}$, on aura, en ajoutant ces termes, $\frac{52\frac{13}{25}}{50}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{656\frac{1}{2}}{50}$ ou 13 $\frac{13}{100}$ pour la compensation totale par la chaleur du Soleil pendant cette seconde période; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 13 $\frac{13}{100}$ :: 89757

: 47140 ans $\frac{9}{25}$ environ. Ainsi le temps dont la chaleur du Soleil a prolongé le refroidissement de Vénus, étant pour la première période de 1885 ans $\frac{1}{2}$, sera pour la seconde de 47140 ans $\frac{9}{25}$ environ.

Le moment où la chaleur du Soleil sera égale à la chaleur propre de cette planète, se trouve au 24 $\frac{76}{101}$, terme de l'écoulement du temps de cette seconde période, qui multiplié par 3590 $\frac{7}{25}$ environ, nombre des années de chaque terme de ces périodes de 89757 ans, donne 86167 ans $\frac{7}{25}$ environ, lesquels étant ajoutés aux 89757 ans de la période, on voit que ce ne sera que dans l'année 175924 de la formation des planètes que la chaleur du Soleil sera égale à la chaleur propre de Vénus.

Le refroidissement de cette planète sera donc prolongé de 1885 ans $\frac{1}{2}$ pendant la première période de 89757 ans, et sera prolongé de même de 47140 ans $\frac{9}{25}$ dans la seconde période. En ajoutant ces deux nombres d'années à celui des deux périodes, qui est de 179514 ans, on voit que ce ne sera que dans l'année 228540 de la formation des planètes que Vénus sera refroidie à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Mars, dont le diamètre est $\frac{13}{25}$ de celui de la

Terre, se seroit refroidi au point de notre température actuelle en 28108 ans, dans la supposition que la Terre se fût refroidie à ce même point en 74047 ans; mais, comme elle ne s'est réellement refroidie à ce point qu'en 74832 ans, Mars n'a pu se refroidir qu'en 28406 ans environ, en supposant encore que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre. Mais sa distance au Soleil étant à celle de la Terre au même astre :: 15 : 10, il s'ensuit que la chaleur qu'il reçoit du Soleil, en comparaison de celle que reçoit la Terre, est :: 100 : 225, ou :: 4 : 9. Dès lors la compensation qu'a faite la chaleur du Soleil lorsque cette planète étoit à la température actuelle de la Terre, au lieu d'être $\frac{1}{50}$, n'étoit que $\frac{\frac{4}{9}}{50}$; et dans le temps de l'incandescence, cette compensation n'étoit que $\frac{\frac{4}{9}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps de cette première période de 28406 ans, on aura $\frac{\frac{104}{9}}{1250}$, qui étant multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de

tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{9}}{1250}$ ou $\frac{144\frac{4}{9}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période ; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25\frac{144\frac{4}{9}}{1250}$ :: 28406 : 131 ans $\frac{3}{10}$ environ. Ainsi le temps dont la chaleur du Soleil a prolongé le refroidissement de Mars, a été d'environ 131 ans $\frac{3}{10}$ pour la première période de 28406 ans : d'où l'on voit que c'a été dans l'année 28538 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 46294 ans, que Mars étoit à la température actuelle de la Terre.

Mais, dans la seconde période, la compensation étant au commencement $\frac{\frac{4}{9}}{50}$, et à la fin $\frac{\frac{100}{9}}{50}$, on aura, en ajoutant ces termes, $\frac{\frac{104}{9}}{50}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la

somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{9}}{50}$ ou $\frac{144\frac{4}{9}}{50}$ pour la compensation totale par la chaleur du Soleil pendant cette seconde période ; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{144\frac{4}{9}}{50}$ :: 28406 : 3382 ans $\frac{59}{125}$ environ. Ainsi le temps dont la chaleur du Soleil a prolongé le refroidissement de Mars dans la première période, ayant été de 131 ans $\frac{3}{10}$, sera dans la seconde de 3382 ans $\frac{59}{125}$.

Le moment où la chaleur du Soleil s'est trouvée égale à la chaleur propre de cette planète, est au $12\frac{1}{2}$, terme de l'écoulement du temps dans cette seconde période, qui multiplié par $1136\frac{6}{25}$, nombre des années de chaque terme de ces périodes, donne 14203 ans, lesquels étant ajoutés aux 28406 ans de la première période, on voit que c'a été dans l'année 42609 de la formation des planètes que la chaleur du Soleil a été égale à la chaleur propre de cette planète, et que

depuis ce temps elle l'a toujours surpassée.

Le refroidissement de Mars a donc été prolongé, par la chaleur du Soleil, de 131 ans $\frac{3}{10}$ pendant la première période, et l'a été dans la seconde période de 3382 ans $\frac{59}{125}$. Ajoutant ces deux termes à la somme des deux périodes, on aura 60325 ans $\frac{19}{390}$ environ : d'où l'on voit que c'a été dans l'année 60326 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 14506 ans, que Mars a été refroidi à $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre.

Jupiter, dont le diamètre est onze fois plus grand que celui de la Terre, et sa distance au Soleil :: 52 : 10, ne se refroidira au point de la Terre qu'en 237838 ans, abstraction faite de toute compensation que la chaleur du Soleil et celle de ses satellites ont pu et pourront faire à la perte de sa chaleur propre, et sur-tout en supposant que la Terre se fût refroidie au point de la température actuelle en 74047 ans ; mais, comme elle ne s'est réellement refroidie à ce point qu'en 74832 ans, Jupiter ne pourra se refroidir au même point qu'en 240358 ans. Et en ne considerant d'abord que la compensation faite par la chaleur du Soleil sur cette grosse planète, nous

verrons que la chaleur qu'elle reçoit du Soleil est à celle qu'en reçoit la Terre :: 100 : 2704, ou :: 25 : 676. Dès lors la compensation que fera la chaleur du Soleil lorsque Jupiter sera refroidi à la température actuelle de la Terre, au lieu d'être $\frac{1}{50}$, ne sera que $\frac{\frac{25}{676}}{50}$; et dans le temps de l'incandescence, cette compensation n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps de cette première période de 240358 ans, on a $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{8123}{676}}{1250}$ ou $\frac{12\frac{11}{676}}{1250}$ pour la compensation totale que fera la chaleur du Soleil pendant cette première période de 240358 ans; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{12\frac{13}{676}}{1250}$ :: 240358 : 93 ans environ. Ainsi le temps dont la chaleur du So-

leil prolongera le refroidissement de Jupiter, ne sera que de 93 ans pour la première période de 240358 ans : d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 240451 de la formation des planètes, c'est-à-dire, dans 165619 ans, que le globe de Jupiter sera refroidi au point de la température actuelle du globe de la Terre.

Dans la seconde période, la compensation étant au commencement $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, sera à la fin $\frac{\frac{625}{676}}{50}$. En ajoutant ces deux termes, on aura $\frac{\frac{650}{676}}{50}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{8125}{676}}{50}$ ou $\frac{12\frac{11}{676}}{50}$ pour la compensation totale par la chaleur du Soleil pendant cette seconde période; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{12\frac{11}{676}}{50} :: 240358 :$ 2311 ans environ. Ainsi le temps dont la

chaleur du Soleil prolongera le refroidissement de Jupiter, n'étant que de 93 ans dans la première période, sera de 2311 ans pour la seconde période de 240358 ans.

Le moment où la chaleur du Soleil se trouvera égale à la chaleur propre de cette planète est si éloigné, qu'il n'arrivera pas dans cette seconde période, ni même dans la troisième, quoiqu'elles soient chacune de 240358 ans ; en sorte qu'au bout de 721074 ans, la chaleur propre de Jupiter sera encore plus grande que celle qu'il reçoit du Soleil.

Car, dans la troisième période, la compensation étant au commencement $\frac{\frac{625}{676}}{50}$, elle sera à la fin de cette même troisième période $\frac{25\frac{77}{676}}{50}$; ce qui démontre qu'à la fin de cette troisième période, où la chaleur de Jupiter ne sera que $\frac{1}{625}$ de la chaleur actuelle de la Terre, elle sera néanmoins de près de moitié plus forte que celle du Soleil ; en sorte que ce ne sera que dans la quatrième période, où le moment entre l'égalité de la chaleur du Soleil et celle de la chaleur propre de Jupiter se

trouvera au $2 \frac{102}{625}$, terme de l'écoulement du temps dans cette quatrième période, qui multiplié par $9614 \frac{8}{25}$, nombre des années de chaque terme de ces périodes de 240358 ans, donne 19228 ans $\frac{4}{5}$ environ, lesquels ajoutés aux 721074 ans des trois périodes précédentes, font en tout 740302 ans $\frac{4}{5}$: d'où l'on voit que ce ne sera que dans ce temps prodigieusement éloigné, que la chaleur du Soleil sur Jupiter se trouvera égale à sa chaleur propre.

Le refroidissement de cette grosse planète sera donc prolongé, par la chaleur du Soleil, de 93 ans pour la première période, et de 2311 ans pour la seconde. Ajoutant ces deux nombres d'années aux 480716 des deux premières périodes, on aura 483120 ans : d'où il résulte que ce ne sera que dans l'année 483121 de la formation des planètes que Jupiter pourra être refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Saturne, dont le diamètre est à celui du globe terrestre :: $9 \frac{1}{2}$: 1, et dont la distance du Soleil est à celle de la Terre au même astre, aussi :: $9\frac{1}{2}$: 1, perdroit de sa chaleur propre, au point de la température actuelle de la Terre, en 129434 ans, dans la supposition

que la Terre se fût refroidie à ce même point en 74047 ans; mais, comme elle ne s'est réellement refroidie à la température actuelle qu'en 74832 ans, Saturne ne se refroidira qu'en 130806 ans, en supposant encore que rien ne compenseroit la perte de sa chaleur propre. Mais la chaleur du Soleil, quoique très-foible à cause de son grand éloignement, la chaleur de ses satellites, celle de son anneau, et même celle de Jupiter, duquel il n'est qu'à une distance médiocre en comparaison de son éloignement du Soleil, ont dû faire quelque compensation à la perte de sa chaleur propre, et par conséquent prolonger un peu le temps de son refroidissement.

Nous ne considérerons d'abord que la compensation qu'a dû faire la chaleur du Soleil. Cette chaleur que reçoit Saturne est à celle que reçoit la Terre :: 100 : 9025, ou :: 4 : 361. Dès lors la compensation que fera la chaleur du Soleil lorsque cette planète sera refroidie à la température actuelle de la Terre, au lieu d'être $\frac{1}{50}$, ne sera que $\frac{\frac{4}{361}}{50}$; et dans le temps de l'incandescence, cette compensation

n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes, on aura $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ pour la compensation totale que fera la chaleur du Soleil dans les 130806 ans de la première période; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{3\frac{217}{361}}{1250} :: 130806 : 15$ ans environ. Ainsi la chaleur du Soleil ne prolongera le refroidissement de Saturne que de 15 ans pendant cette première période de 130806 ans : d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 130821 de la formation des planètes, c'est-à-dire, dans 55989 ans, que cette planète pourra être refroidie au point de la température actuelle de la Terre.

Dans la seconde période, la compensation pour la chaleur envoyée du Soleil, étant au

commencement $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, sera, à la fin de cette même période, $\frac{\frac{100}{361}}{50}$. Ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps par la chaleur du Soleil dans cette seconde période, on aura $\frac{\frac{104}{361}}{50}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{50}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{50}$ pour la compensation totale que fera la chaleur du Soleil pendant cette seconde période; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{3\frac{217}{361}}{50} :: 130806 : 377$ ans environ. Ainsi le temps dont la chaleur du Soleil prolongera le refroidissement de Saturne, étant de 15 ans pour la première période, sera de 377 ans pour la seconde. Ajoutant ensemble les 15 ans et les 377 ans dont la chaleur du Soleil prolongera le refroidissement de Saturne pen-

dant les deux périodes de 130806 ans, on verra que ce ne sera que dans l'année 262020 de la formation des planètes, c'est-à-dire, dans 187188 ans, que cette planète pourra être refroidie à $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre.

Dans la troisième période, le premier terme de la compensation par la chaleur du Soleil, étant $\frac{\frac{100}{361}}{50}$ au commencement, et à la fin $\frac{\frac{2500}{361}}{50}$ ou $\frac{6\frac{334}{361}}{50}$, on voit que ce ne sera pas encore dans cette troisième période qu'arrivera le moment où la chaleur du Soleil sera égale à la chaleur propre de cette planète, quoiqu'à la fin de cette troisième période elle aura perdu de sa chaleur propre, au point d'être refroidie à $\frac{1}{625}$ de la température actuelle de la Terre. Mais ce moment se trouvera au septième terme $\frac{11}{50}$ de la quatrième période, qui multiplié par 5232 ans $\frac{6}{25}$, nombre des années de chaque terme de ces périodes de 130806 ans, donne 37776 ans $\frac{19}{25}$, lesquels étant ajoutés aux trois premières périodes, dont la somme est 392418 ans, font 430194 ans $\frac{10}{25}$: d'où l'on voit que ce ne sera

que dans l'année 430195 de la formation des planètes que la chaleur du Soleil se trouvera égale à la chaleur propre de Saturne.

Les périodes des temps du refroidissement de la Terre et des planètes sont donc dans l'ordre suivant :

Refroidies à la température actuelle.		Refroidies à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle.
La Terre....	en 74832 ans.	En 168123 ans.
La Lune......	en 16409 ans.	En 72513 ans.
Mercure.....	en 54192 ans.	En 187765 ans.
Vénus........	en 91643 ans.	En 228540 ans.
Mars.........	en 28538 ans.	En 60326 ans.
Jupiter......	en 240451 ans.	En 483121 ans.
Saturne.....	en 130821 ans.	En 262020 ans.

On voit, en jetant un coup d'œil sur ces rapports, que, dans notre hypothèse, la Lune et Mars sont actuellement les planètes les plus froides; que Saturne, et sur-tout Jupiter, sont les plus chaudes; que Vénus est encore bien plus chaude que la Terre; et que Mercure, qui a commencé depuis long-temps à jouir d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre, est encore actuellement et sera pour long-temps au degré de

chaleur qui est nécessaire pour le maintien de la nature vivante, tandis que la Lune et Mars sont gelés depuis long-temps, et par conséquent impropres, depuis ce même temps, à l'existence des êtres organisés.

Je ne peux quitter ces grands objets sans rechercher encore ce qui s'est passé et se passera dans les satellites de Jupiter et de Saturne, relativement au temps du refroidissement de chacun en particulier. Les astronomes ne sont pas absolument d'accord sur la grandeur relative de ces satellites : et, pour ne parler d'abord que de ceux de Jupiter, Whiston a prétendu que le troisième de ses satellites étoit le plus grand de tous, et il l'a estimé de la même grosseur à peu près que le globe terrestre ; ensuite il dit que le premier est un peu plus gros que Mars, le second un peu plus grand que Mercure, et que le quatrième n'est guère plus grand que la Lune. Mais notre plus illustre astronome (Dominique Cassini) a jugé, au contraire, que le quatrième satellite étoit le plus grand de tous. Plusieurs causes concourent à cette incertitude sur la grandeur des satellites de Jupiter et de Saturne : j'en indiquerai

quelques unes dans la suite; mais je me dispenserai d'en faire ici l'énumération et la discussion, ce qui m'éloigneroit trop de mon sujet : je me contenterai de dire qu'il me paroît plus que probable que les satellites les plus éloignés de leur planète principale sont réellement les plus grands, de la même manière que les planètes les plus éloignées du Soleil sont aussi les plus grosses. Or les distances des quatre satellites de Jupiter, à commencer par le plus voisin, qu'on appelle le premier, sont, à très-peu près, comme $5\frac{2}{3}$, 9, $14\frac{1}{3}$, $25\frac{1}{4}$; et leur grandeur n'étant pas encore bien déterminée, nous supposerons, d'après l'analogie dont nous venons de parler, que le plus voisin ou le premier n'est que de la grandeur de la Lune, le second de celle de Mercure, le troisième de la grandeur de Mars, et le quatrième de celle du globe de la Terre; et nous allons rechercher combien le bénéfice de la chaleur de Jupiter a compensé la perte de leur chaleur propre.

Pour cela, nous regarderons comme égale la chaleur envoyée par le Soleil à Jupiter et à ses satellites, parce qu'en effet leurs distances à cet astre de feu sont à très-peu près les

mêmes. Nous supposerons aussi, comme chose très-plausible, que la densité des satellites de Jupiter est égale à celle de Jupiter même*.

Cela posé, nous verrons que le premier satellite, grand comme la Lune, c'est-à-dire, qui n'a que $\frac{3}{11}$ du diamètre de la Terre, se seroit consolidé jusqu'au centre en 792 ans $\frac{3}{11}$, refroidi au point de pouvoir le toucher en 9248 ans $\frac{5}{11}$, et au point de la température actuelle de la Terre en 20194 ans $\frac{7}{11}$, si la densité de ce satellite n'étoit pas différente de celle de la Terre; mais, comme la densité du globe terrestre est à celle de Jupiter ou de ses satellites :: 1000 : 292, il s'ensuit que le temps employé à la consolidation jusqu'au centre et au refroidissement, doit être diminué dans la même raison, en sorte que ce satellite se sera consolidé en 231 ans $\frac{43}{125}$, refroidi au point d'en pouvoir toucher la surface en 2690 ans $\frac{2}{5}$, et qu'enfin il auroit perdu

* Quand même on se refuseroit à cette supposition de l'égalité de densité dans Jupiter et de ses satellites, cela ne changeroit rien à ma théorie, et les résultats du calcul seroient seulement un peu différens; mais le calcul lui-même ne seroit pas plus difficile à faire.

assez de sa chaleur propre pour être refroidi à la température actuelle de la Terre en 5897 ans, si rien n'eût compensé cette perte de sa chaleur propre. Il est vrai qu'à cause du grand éloignement du Soleil, la chaleur envoyée par cet astre sur les satellites ne pourroit faire qu'une très-légère compensation, telle que nous l'avons vue sur Jupiter même. Mais la chaleur que Jupiter envoyoit à ses satellites étoit prodigieusement grande, sur-tout dans les premiers temps; et il est très-nécessaire d'en faire ici l'évaluation.

Commençant par celle du Soleil, nous verrons que cette chaleur envoyée du Soleil étant en raison inverse du quarré des distances, la compensation qu'elle a faite, dans le temps de l'incandescence, n'étoit que $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période de 5897 ans, cette compensation n'étoit que $\frac{\frac{25}{676}}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier et du dernier temps de cette première période de 5897 ans, on aura $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui multi-

pliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{8125}{676}}{1250}$ ou $\frac{12\frac{11}{676}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période ; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{12\frac{13}{676}}{1250} :: 5897 : 2$ ans $\frac{4}{15}$. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du Soleil pendant cette première période de 5897 ans, n'a été que de 2 ans 97 jours.

Mais la chaleur de Jupiter, qui étoit 25 dans le temps de l'incandescence, n'avoit diminué, au bout de la période de 5897 ans, que de $\frac{14}{23}$ environ, et elle étoit encore alors $24\frac{9}{23}$; et comme ce satellite n'est éloigné de sa planète principale que de $5\frac{2}{3}$ demi-diamètres de Jupiter, ou de $62\frac{1}{2}$ demi-diamètres terrestres, c'est-à-dire, de 89292 lieues, tandis que sa distance au Soleil est de 171 millions 600 mille lieues, la chaleur envoyée par Jupiter à son premier satellite auroit été à la chaleur envoyée par le Soleil à ce même

satellite comme le quarré de 171600000 est au quarré de 89292, si la surface que Jupiter présente à ce satellite étoit égale à la surface que lui présente le Soleil : mais la surface de Jupiter, qui n'est dans le réel que $\frac{121}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins à ce satellite plus grande que ne lui paroît celle de cet astre dans le rapport inverse du quarré des distances; on aura donc $(89292)^2 : (171600000)^2 :: \frac{121}{11449} : 39032 \frac{1}{2}$ environ. Donc la surface que présente Jupiter à ce satellite étant 39032 fois $\frac{1}{2}$ plus grande que celle que lui présente le Soleil, cette grosse planète, dans le temps de l'incandescence, étoit, pour son premier satellite, un astre de feu 39032 fois $\frac{1}{2}$ plus grand que le Soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite, n'étoit que $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, lorsqu'au bout de 5897 ans il se seroit refroidi à la température actuelle de la Terre par la déperdition de sa chaleur propre, et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation par la chaleur du Soleil n'a été que de $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$: il faut donc mul-

tiplier ces deux termes de compensation par $39032\frac{1}{2}$, et l'on aura $\frac{1443\frac{1}{2}}{1250}$ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Jupiter dès le commencement de cette période dans le temps de l'incandescence, et $\frac{1443\frac{1}{2}}{50}$ pour la compensation que Jupiter auroit faite à la fin de cette même période de 5897 ans, s'il eût conservé son état d'incandescence. Mais, comme sa chaleur propre a diminué de 25 à $24\frac{9}{23}$ pendant cette même période, la compensation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{1443\frac{1}{2}}{50}$, n'a été que $\frac{1408\frac{203}{578}}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{1408\frac{203}{565}}{50}$ et $\frac{1443\frac{1}{2}}{1256}$ de la compensation dans le premier et le dernier temps de la période, on a $\frac{36652\frac{3}{19}}{1250}$, lesquels multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{458153\frac{3}{4}}{1250}$, ou $366\frac{1}{2}$ environ, pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Jupiter à la perte de la chaleur propre de son premier satellite pendant cette première période de 5897 ans; et comme la

perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 366 $\frac{1}{2}$ :: 5897 : 86450 ans $\frac{1}{50}$. Ainsi le temps dont la chaleur envoyée par Jupiter à son premier satellite a prolongé son refroidissement pendant cette première période, est de 86450 ans $\frac{1}{50}$; et le temps dont la chaleur du Soleil a aussi prolongé le refroidissement de ce satellite pendant cette même période de 5897 ans, n'ayant été que de 2 ans 97 jours, il se trouve que le temps du refroidissement de ce satellite a été prolongé d'environ 86452 ans $\frac{1}{2}$ au-delà des 5897 ans de la période : d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 92350 de la formation des planètes, c'est-à-dire, dans 17518 ans, que le premier satellite de Jupiter pourra être refroidi au point de la température actuelle de la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite étoit égale à sa chaleur propre, s'est trouvé dans le temps de l'incandescence, et même auparavant, si la chose eût été possible ; car cette masse énorme de feu, qui étoit 39032 fois $\frac{1}{2}$ plus grande que le

Soleil pour ce satellite, lui envoyoit, dès le temps de l'incandescence de tous deux, une chaleur plus forte que la sienne propre, puisqu'elle étoit 1443 $\frac{1}{2}$, tandis que celle du satellite n'étoit que 1250. Ainsi c'a été de tout temps que la chaleur de Jupiter sur son premier satellite a surpassé la perte de sa chaleur propre.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite ayant toujours été fort au-dessous de la chaleur envoyée par Jupiter, on doit évaluer autrement la température du satellite, en sorte que l'estimation que nous venons de faire du prolongement du refroidissement, et que nous avons trouvé être de 86452 ans $\frac{1}{2}$, doit être encore augmentée de beaucoup : car, dès le temps de l'incandescence, la chaleur extérieure envoyée par Jupiter étoit plus grande que la chaleur propre du satellite dans la raison de 1443 $\frac{1}{2}$ à 1250 ; et, à la fin de la première période de 5897 ans, cette chaleur envoyée par Jupiter étoit plus grande que la chaleur propre du satellite dans la raison de 1408 à 50, ou de 140 à 5 à peu près ; et de même à la fin de la seconde période, la chaleur envoyée par

Jupiter étoit à la chaleur propre du satellite :: 3433 : 5. Ainsi la chaleur propre du satellite, dès la fin de la première période, peut être regardée comme si petite en comparaison de la chaleur envoyée par Jupiter, qu'on doit tirer le temps du refroidissement de ce satellite presque uniquement de celui du refroidissement de Jupiter.

Or Jupiter ayant envoyé à ce satellite, dans le temps de l'incandescence, 39032 fois $\frac{1}{2}$ plus de chaleur que le Soleil, lui envoyoit encore, au bout de la première période de 5897 ans, une chaleur 38082 fois $\frac{3}{25}$ plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit diminué que de 25 à 24 $\frac{9}{23}$; et, au bout d'une seconde période de 5897 ans, c'est-à-dire, après la déperdition de la chaleur propre du satellite, au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre, Jupiter envoyoit encore à ce satellite une chaleur 37131 fois $\frac{3}{4}$ plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit encore diminué que de 24 $\frac{9}{23}$ à 23 $\frac{18}{23}$; ensuite, après une troisième période de 5897 ans, où la chaleur propre du satellite doit être regardée comme absolument nulle,

Jupiter lui envoyoit une chaleur 36182 fois plus grande que celle du Soleil.

En suivant la même marche, on trouvera que la chaleur de Jupiter, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de $\frac{14}{23}$ par chaque période de 5897 ans, diminue par conséquent sur ce satellite de 950 pendant chacune de ces périodes ; de sorte qu'après 37 $\frac{2}{3}$ périodes, cette chaleur envoyée par Jupiter au satellite sera à très-peu près encore 1350 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais, comme la chaleur du Soleil sur Jupiter et sur ses satellites est à peu près à celle du Soleil sur la Terre :: 1 : 27, et que la chaleur du globe terrestre est 50 fois plus grande que celle qu'il reçoit actuellement du Soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 27 cette quantité 1350 de chaleur ci-dessus pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre : et cette dernière chaleur étant de $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il en résulte qu'au bout de 37 $\frac{2}{3}$ périodes de 5897 ans chacune, c'est-à-dire, au bout de 222120 ans $\frac{1}{3}$, la chaleur que Jupiter enverra à ce satellite sera égale à la

chaleur actuelle de la Terre, et que, quoiqu'il ne lui restera rien alors de sa chaleur propre, il jouira néanmoins d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre dans cette année 222120 $\frac{1}{3}$ de la formation des planètes.

Et de la même manière que cette chaleur envoyée par Jupiter prolongera prodigieusement le refroidissement de ce satellite à la température actuelle de la Terre, elle le prolongera de même pendant 37 autres périodes $\frac{2}{3}$, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la Terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 444240 de la formation des planètes que ce satellite sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation dans le temps de l'incandes-

cence que de $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$; et qu'à la fin de la première période, qui est de 5897 ans, cette même chaleur du Soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du Soleil auroit en effet été de 2 ans $\frac{4}{15}$. Mais la chaleur envoyée par Jupiter dès le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre du satellite :: 1443 $\frac{1}{2}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{2793\frac{1}{2}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui auroit été $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuee dans la raison de 1408 à 50, parce que la chaleur envoyée par Jupiter etoit encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même

raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1458}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{2793\frac{1}{2}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{1458}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{106085}{676}}{4038400}$ ou $\frac{156\frac{630}{676}}{4038400}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{1960\frac{419}{676}}{4038400}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du Soleil pendant cette première période; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{1961\frac{2}{3}}{4038400} :: 5897 : \frac{11547948\frac{1}{2}}{100960000}$, ou $::$ 5897 ans : 41 jours $\frac{7}{10}$. Ainsi le prolongement du refroidissement par la chaleur du Soleil, au lieu d'avoir été de 2 ans 97 jours, n'a réellement été que de 41 jours $\frac{7}{10}$.

On trouveroit de la même manière les temps du prolongement du refroidissement par la chaleur du Soleil pendant la seconde période et pendant les périodes suivantes ; mais il est plus facile et plus court de l'évaluer en totalité de la manière suivante.

La compensation par la chaleur du Soleil dans le temps de l'incandescence, ayant été, comme nous venons de le dire, $\frac{\frac{25}{676}}{2793\frac{1}{2}}$, sera à la fin de $37\frac{2}{3}$ périodes $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces $37\frac{2}{3}$ périodes que la température du satellite sera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{2793\frac{1}{2}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces $37\frac{2}{3}$ périodes, on a $\frac{\frac{71027}{676}}{139675}$ ou $\frac{105\frac{47}{676}}{139675}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{1313\frac{245}{676}}{139675}$ ou $\frac{13}{1396}$ environ pour la compensation totale par la chaleur du Soleil pendant les

$37 \frac{2}{3}$ périodes de 5897 ans chacune; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{13}{1396} :: 222120 \frac{1}{2} : 82$ ans $\frac{37}{50}$ environ. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du Soleil, ne sera que de 82 ans $\frac{37}{50}$, qu'il faut ajouter aux 222120 ans $\frac{1}{3}$: d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 222203 de la formation des planètes que ce satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre, et qu'il faudra le double du temps, c'est-à-dire que ce ne sera que dans l'année 444406 de la formation des planètes qu'il pourra être refroidi à $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre.

Faisant le même calcul pour le second satellite, que nous avons supposé grand comme Mercure, nous verrons qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 1342 ans, perdre de sa chaleur propre en 11303 ans $\frac{1}{3}$ au point de pouvoir le toucher, et se refroidir par la même déperdition de sa chaleur propre, au point de la température actuelle de la Terre, en 24682 ans $\frac{1}{3}$, si sa densité étoit égale à celle de la Terre : mais comme la

densité du globe terrestre est à celle de Jupiter ou de ses satellites :: 1000 : 292, il s'ensuit que ce second satellite, dont le diamètre est $\frac{1}{5}$ de celui de la Terre, se seroit réellement consolidé jusqu'au centre en 282 ans environ, refroidi au point de pouvoir le toucher en 3300 ans $\frac{17}{25}$, et à la température actuelle de la Terre en 7283 ans $\frac{16}{25}$, si la perte de sa chaleur propre n'eût pas été compensée par la chaleur que le Soleil et plus encore par celle que Jupiter ont envoyées à ce satellite. Or l'action de la chaleur du Soleil sur ce satellite étant en raison inverse du quarré des distances, la compensation que cette chaleur du Soleil a faite à la perte de la chaleur propre du satellite, étoit dans le temps de l'incandescence $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période de 7283 ans $\frac{16}{25}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ de la compensation dans le premier et le dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes,

donnent $\frac{\frac{8125}{676}}{1250}$ ou $\frac{12\frac{13}{676}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période de 7283 ans $\frac{16}{25}$; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{12\frac{13}{676}}{25}$ :: 7283 ans $\frac{16}{25}$: 2 ans 252 jours. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du Soleil pendant cette première période, n'a été que de 2 ans 252 jours.

Mais la chaleur de Jupiter, qui, dans le temps de l'incandescence, étoit 25, avoit diminué au bout de 7283 ans $\frac{16}{25}$ de $\frac{19}{23}$ environ, et elle étoit encore alors 24 $\frac{4}{23}$; et comme ce satellite n'est éloigné de Jupiter que de 9 demi-diamètres de Jupiter, ou 99 demi-diamètres terrestres, c'est-à-dire, de 141817 lieues $\frac{1}{2}$, et qu'il est éloigné du Soleil de 171 millions 600 mille lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite auroit été :: $(171600000)^2$: $(141817\frac{1}{2})^2$, si la surface que présente Jupiter à ce satellite

étoit égale à la surface que lui présente le Soleil. Mais la surface de Jupiter, qui, dans le réel, n'est que $\frac{121}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins plus grande à ce satellite dans la raison inverse du quarré des distances ; on aura donc $(141817 \frac{1}{2})^2 : (171600000)^2 :: \frac{121}{11449} : 15473 \frac{2}{3}$ environ. Donc la surface que Jupiter présente à ce satellite est 15473 fois $\frac{2}{3}$ plus grande que celle que lui présente le Soleil. Ainsi Jupiter, dans le temps de l'incandescence, étoit pour ce satellite un astre de feu 15473 fois $\frac{2}{3}$ plus étendu que le Soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite, n'étoit que $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, lorsqu'au bout de 7283 ans $\frac{16}{25}$, il se seroit refroidi à la température actuelle de la Terre, et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation par la chaleur du Soleil n'étoit que $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$: on aura donc $15473 \frac{2}{3}$, multipliés par $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ ou $\frac{572 \frac{170}{676}}{1250}$ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Jupi-

ter sur ce satellite dans le commencement de cette première période, et $\frac{572\frac{170}{676}}{50}$ pour la compensation qu'elle auroit faite à la fin de cette même période de 7283 ans $\frac{16}{25}$, si Jupiter eût conservé son état d'incandescence. Mais comme sa chaleur propre a diminué pendant cette période de 25 à 24 $\frac{4}{25}$, la compensation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{572\frac{170}{676}}{50}$, n'a été que de $\frac{552\frac{1}{3}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{553\frac{1}{7}}{50}$ et $\frac{572\frac{170}{676}}{1250}$ de la compensation dans le premier et dans le dernier temps de cette première période, on a $\frac{14405\frac{1}{2}}{1250}$ environ, lesquels multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{180068\frac{3}{4}}{1250}$ ou 144 $\frac{7}{25}$ environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Jupiter pendant cette première période de 7283 ans $\frac{16}{25}$; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on

aura 25 : 144 $\frac{7}{25}$ :: 7283 $\frac{16}{25}$: 42044 $\frac{18}{125}$. Ainsi le temps dont la chaleur de Jupiter a prolongé le refroidissement de ce satellite, a été de 42044 ans 52 jours, tandis que la chaleur du Soleil ne l'a prolongé que de 2 ans 252 jours : d'où l'on voit, en ajoutant ces deux temps à celui de la période de 7283 ans 233 jours, que c'a été dans l'année 49331 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 25501 ans, que ce second satellite de Jupiter a pu être refroidi au point de la température actuelle de la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter a été égale à la chaleur propre de ce satellite, s'est trouvé au 2 $\frac{4}{21}$, terme environ de l'écoulement du temps de cette première période de 7283 ans 233 jours, qui multipliés par 291 ans 126 jours, nombre des années de chaque terme de cette période, donnent 638 ans 67 jours. Ainsi c'a été dès l'année 639 de la formation des planètes que la chaleur envoyée par Jupiter à son second satellite s'est trouvée égale à sa chaleur propre.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a toujours été au-dessous de celle

que lui envoyoit Jupiter dès l'année 639 de la formation des planètes : on doit donc évaluer, comme nous l'avons fait pour le premier satellite, la température dont il a joui et dont il jouira pour la suite.

Or Jupiter ayant d'abord envoyé à ce satellite, dans le temps de l'incandescence, une chaleur 15473 fois $\frac{2}{5}$ plus grande que celle du Soleil, lui envoyoit encore, à la fin de la première période de 7283 ans $\frac{16}{25}$, une chaleur 14960 fois $\frac{31}{50}$ plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit encore diminué que de 25 à 24 $\frac{4}{25}$; et au bout d'une seconde période de 7283 ans $\frac{16}{25}$, c'est-à-dire, après la déperdition de la chaleur propre du satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre, Jupiter envoyoit encore à ce satellite une chaleur 14447 fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit encore diminué que de 24 $\frac{4}{25}$ à 23 $\frac{8}{25}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Jupiter, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de $\frac{19}{25}$ par chaque période de 7283 ans $\frac{16}{25}$, diminue par consé-

quent sur ce satellite de 513 à peu près pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 26 $\frac{1}{2}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Jupiter au satellite sera à très-peu près encore 1350 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais, comme la chaleur du Soleil sur Jupiter et sur ses satellites est à celle du Soleil sur la Terre à peu près :: 1 : 27, et que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit actuellement du Soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 27 cette quantité 1350 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre; et cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il en résulte qu'au bout de 26 $\frac{1}{2}$ périodes de 7283 ans $\frac{16}{25}$ chacune, c'est-à-dire, au bout de 193016 ans $\frac{11}{25}$, la chaleur que Jupiter enverra à ce satellite sera égale à la chaleur actuelle de la Terre, et que, n'ayant plus de chaleur propre, il jouira néanmoins d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre dans l'année 193017 de la formation des planètes.

Et de même que cette chaleur envoyée par Jupiter prolongera de beaucoup le refroidis-

sement de ce satellite au point de la température actuelle de la Terre, elle le prolongera de même pendant 26 autres périodes $\frac{1}{2}$ pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la Terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 386034 de la formation des planètes que ce satellite sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil relativement à la compensation qu'elle a faite et fera à la diminution de la température du satellite.

Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période de 7283 ans $\frac{16}{25}$, cette même chaleur du Soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du Soleil auroit été de 2 ans $\frac{2}{3}$. Mais la

chaleur envoyée par Jupiter dès le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre du satellite :: $572\frac{170}{676}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil doit être diminuée dans la même raison, en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1822\frac{170}{676}}$ au commencement de cette période; et de même, que cette compensation, qui auroit été $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période en ne considérant que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la même raison de $553\frac{1}{3}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Jupiter étoit encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{603\frac{1}{3}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{1822\frac{170}{676}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{603\frac{1}{3}}$ du premier et du dernier temps de cette

première période, on a $\frac{\frac{60639\frac{1}{2}}{676}}{1098625}$ ou $\frac{89\frac{2}{3}}{1098625}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{1120\frac{5}{6}}{1098625}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du Soleil pendant cette première période; et comme la perte de la chaleur est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{1120\frac{5}{6}}{1098625} :: 7283\frac{16}{25} : \frac{8163745\frac{29}{30}}{27465625}$, ou :: 7283 ans $\frac{16}{25}$: 108 jours $\frac{1}{2}$, au lieu de 2 ans $\frac{2}{3}$ que nous avions trouvés par la première évaluation.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du Soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compensation, dans le temps de l'incandescence, ayant été $\frac{\frac{25}{676}}{1822\frac{170}{676}}$, sera, à la fin de $26\frac{1}{2}$ périodes, de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces $26\frac{1}{2}$ périodes que la température du satel-

lite sera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{1822\frac{170}{676}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces 26 $\frac{1}{2}$ périodes, on a $\frac{\frac{46806\frac{1}{4}}{676}}{91112\frac{1}{2}}$ ou $\frac{69\frac{41}{169}}{91112\frac{1}{2}}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{865\frac{1}{2}}{91112\frac{1}{2}}$ ou $\frac{43}{4555}$ environ pour la compensation totale par la chaleur du Soleil, pendant les 26 périodes $\frac{1}{2}$ de 7283 ans $\frac{16}{25}$; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total de sa période est au prolongement du temps du refroidissement, on aura 25 : $\frac{43}{4555}$ :: 193016 $\frac{11}{25}$: 72 $\frac{22}{25}$. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du Soleil ne sera que de 72 ans $\frac{22}{25}$, qu'il faut ajouter aux 193016 ans $\frac{11}{25}$: d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 193090 de la formation des planètes que ce satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre, et qu'il faudra

le double de ce temps, c'est-à-dire, que ce ne sera que dans l'année 386180 de la formation des planètes qu'il pourra être refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Faisant les mêmes raisonnemens pour le troisième satellite de Jupiter, que nous avons supposé grand comme Mars, c'est-à-dire, de $\frac{13}{25}$ du diamètre de la Terre, et qui est à $14\frac{1}{3}$ demi-diamètres de Jupiter, ou $157\frac{2}{3}$ demi-diamètres terrestres, c'est-à-dire, à 225857 lieues de distance de sa planète principale, nous verrons que ce satellite se seroit consolidé jusqu'au centre en 1490 ans $\frac{3}{5}$, refroidi au point de pouvoir le toucher en 17633 ans $\frac{18}{25}$, et au point de la température actuelle de la Terre en 38504 ans $\frac{11}{25}$, si la densité de ce satellite étoit égale à celle de la Terre; mais comme la densité du globe terrestre est à celle de Jupiter et de ses satellites :: 1000 : 292, il faut diminuer en même raison les temps de la consolidation et du refroidissement. Ainsi ce troisième satellite se sera consolidé jusqu'au centre en 435 ans $\frac{11}{100}$, refroidi au point de pouvoir le toucher en 5149 ans $\frac{11}{200}$, et il auroit perdu assez de sa chaleur propre pour arriver au point de la température

actuelle de la Terre en 11243 ans $\frac{7}{25}$ environ, si la perte de sa chaleur propre n'eût pas été compensée par l'accession de la chaleur du Soleil, et sur-tout par celle de la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite. Or la chaleur envoyée par le Soleil étant en raison inverse du quarré des distances, la compensation qu'elle faisoit à la perte de la chaleur propre du satellite, étoit dans le temps de l'incandescence $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ de la compensation dans le premier et dans le dernier temps de cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, on a $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{85}{676}}{1250}$ ou $\frac{12\frac{13}{676}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant le temps de cette première période; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le

temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{12 \frac{13}{676}}{1250}$ :: 11243 $\frac{7}{25}$: 4 $\frac{1}{3}$ environ. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du Soleil pendant cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, auroit été de 4 ans 116 jours.

Mais la chaleur de Jupiter, qui, dans le temps de l'incandescence, étoit 25, avoit diminué, pendant cette première période, de 25 à 23 $\frac{5}{6}$ environ; et comme ce satellite est éloigné de Jupiter de 225857 lieues, et qu'il est éloigné du Soleil de 171 millions 600 mille lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite, auroit été à la chaleur envoyée par le Soleil comme le quarré de 171600000 est au quarré de 225857, si la surface que présente Jupiter à ce satellite étoit égale à la surface que lui présente le Soleil. Mais la surface de Jupiter, qui, dans le réel, n'est que $\frac{121}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins plus grande à ce satellite dans le rapport inverse du quarré des distances; on aura donc $(225857)^2$: $(171600000)^2$ :: $\frac{121}{11446}$: 6101 environ. Donc la surface que présente Jupiter à son troisième satellite,

étant 6101 fois plus grande que la surface que lui présente le Soleil, Jupiter, dans le temps de l'incandescence, étoit pour ce satellite un astre de feu 6101 fois plus grand que le Soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite, n'étoit que $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, lorsqu'au bout de 11243 ans $\frac{7}{25}$ il se seroit refroidi à la température actuelle de la Terre, et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation par la chaleur du Soleil n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$: il faut donc multiplier par 6101 chacun de ces deux termes de compensation, et l'on aura pour le premier $\frac{225\frac{425}{676}}{1250}$, et pour le second $\frac{225\frac{425}{676}}{50}$; et cette dernière compensation de la fin de la période seroit exacte si Jupiter eût conservé son état d'incandescence pendant tout le temps de cette même période de 11243 ans $\frac{7}{25}$: mais comme sa chaleur propre a diminué de 25 à $23\frac{5}{6}$ pendant cette période, la compensation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{225\frac{425}{676}}{50}$, n'a été que

de $\frac{218\frac{13}{75}}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{218\frac{13}{75}}{50}$ et $\frac{225\frac{425}{676}}{1250}$ de la compensation du premier et du dernier temps dans cette première période, on a $\frac{5679\frac{21}{25}}{1250}$ environ, lesquels étant multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{70998}{1250}$ ou 56 $\frac{15}{19}$ environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Jupiter sur son troisième satellite pendant cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 26 : 56 $\frac{15}{19}$ :: 11243 $\frac{7}{25}$: 25340. Ainsi le temps dont la chaleur de Jupiter a prolongé le refroidissement de ce satellite pendant cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, a été de 25340 ans; et par conséquent, en y ajoutant le prolongement par la chaleur du Soleil, qui est de 4 ans 116 jours, on a 25344 ans 116 jours pour le prolongement total du refroidissement; ce qui étant ajouté au temps de la période, donne 36787 ans 218 jours : d'où l'on voit que

c'a été dans l'année 36588 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 38244 ans, que ce satellite jouissoit de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite étoit égale à sa chaleur propre, s'est trouvé au 5 $\frac{365}{677}$, terme de l'écoulement du temps de cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, qui étant multiplié par 449 $\frac{1}{4}$, nombre des années de chaque terme de cette période, donne 2490 ans environ. Ainsi c'a été dès l'année 2490 de la formation des planètes que la chaleur envoyée par Jupiter à son troisième satellite s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce satellite.

Dès lors on voit que cette chaleur propre du satellite a été au-dessous de celle que lui envoyoit Jupiter dès l'année 2490 de la formation des planètes; et en évaluant, comme nous avons fait pour les deux premiers satellites, la température dont celui-ci doit jouir, on trouve que Jupiter ayant envoyé à ce satellite, dans le temps de l'incandescence, une chaleur 6101 fois plus grande que celle du Soleil, il lui envoyoit encore, à la fin de la première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, une cha-

leur 5816 $\frac{43}{150}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit diminué que de 25 à 23 $\frac{5}{6}$; et au bout d'une seconde période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, c'est-à-dire, après la déperdition de la chaleur propre du satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre, Jupiter envoyoit encore à ce satellite une chaleur 5531 $\frac{46}{150}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit encore diminué que de 23 $\frac{5}{6}$ à 22 $\frac{4}{6}$

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Jupiter, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de $\frac{7}{6}$ par chaque période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, diminue par conséquent sur ce satellite de 284 $\frac{107}{150}$ pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 15 $\frac{2}{3}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Jupiter au satellite sera à très-peu près encore 1330 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais comme la chaleur du Soleil sur Jupiter et sur ses satellites est à celle du Soleil sur la Terre, à peu près :: 1 : 27, et que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit actuellement du So-

leil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 27 cette quantité 1350 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre; et cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il en résulte qu'au bout de 15 $\frac{2}{3}$ périodes, chacune de 11243 $\frac{7}{25}$, c'est-à-dire, au bout de 176144 $\frac{11}{15}$, la chaleur que Jupiter enverra à ce satellite sera égale à la chaleur actuelle de la Terre, et que, n'ayant plus de chaleur propre, il jouira néanmoins d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre dans l'année 176145 de la formation des planètes.

Et comme cette chaleur envoyée par Jupiter prolongera de beaucoup le refroidissement de ce satellite au point de la température actuelle de la Terre, elle le prolongera de même pendant 15 $\frac{2}{3}$ autres periodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 352290 de la formation des planètes que ce satellite sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil relativement à la compen-

sation qu'elle a faite à la diminution de la température du satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période, qui est de 11243 ans $\frac{7}{25}$, cette même chaleur du Soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du Soleil auroit en effet été de 4 ans $\frac{1}{4}$: mais la chaleur envoyée par Jupiter dès le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre du satellite :: 225 $\frac{125}{676}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1475\frac{2}{5}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui

auroit été $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la raison de $218\frac{13}{75}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Jupiter étoit encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{268\frac{13}{75}}$.

En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{1475\frac{2}{3}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{268\frac{13}{75}}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{43596}{676}}{395734\frac{4}{9}}$ ou $\frac{64\frac{1}{2}}{395734\frac{4}{9}}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{806\frac{1}{4}}{395734\frac{4}{9}}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la pé-

riode est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{806\frac{1}{4}}{395734\frac{4}{9}} :: 11243\frac{7}{25} : \frac{9064669\frac{1}{3}}{9893361}$, ou $:: 11243$ ans $\frac{7}{25} : 334$ jours environ, au lieu de 4 ans $\frac{1}{3}$ que nous avions trouvés par la première évaluation.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du Soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compensation qu'a faite cette chaleur du Soleil dans le temps de l'incandescence, ayant été $\frac{\frac{25}{676}}{1475\frac{2}{3}}$, sera, à la fin de $15\frac{2}{3}$ périodes, de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces $15\frac{2}{3}$ périodes que la température du satellite sera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{1475\frac{2}{3}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces $15\frac{2}{3}$ périodes, on a $\frac{\frac{38141\frac{1}{3}}{676}}{73782\frac{2}{3}}$ ou $\frac{56\frac{3}{7}}{73782\frac{2}{3}}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de

la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{705 \frac{17}{98}}{73782 \frac{2}{3}}$ ou $\frac{35}{3689}$ environ pour la compensation totale par la chaleur du Soleil pendant les 15 $\frac{2}{3}$ périodes de 11243 ans $\frac{7}{25}$ chacune; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{35}{3689}$ :: 176144 $\frac{11}{15}$: 66 $\frac{21}{25}$. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du Soleil ne sera que de 66 ans $\frac{21}{25}$, qu'il faut ajouter aux 176144 ans $\frac{11}{15}$: d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 176212 de la formation des planètes que ce satellite jouira en effet de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre, et qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire que ce ne sera que dans l'année 352424 de la formation des planètes que sa température sera 25 fois plus froide que la température actuelle de la Terre.

Faisant le même calcul sur le quatrième satellite de Jupiter, que nous avons supposé grand comme la Terre, nous verrons qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en

2905 ans, se refroidir au point de pouvoir le toucher en 33911 ans, et perdre assez de sa chaleur propre pour arriver au point de la température actuelle de la Terre en 74047 ans, si sa densité étoit la même que celle du globe terrestre : mais comme la densité de Jupiter et de ses satellites est à celle de la Terre :: 292 : 1000, les temps de la consolidation et du refroidissement par la déperdition de la chaleur propre doivent être diminués dans la même raison. Ainsi ce satellite ne s'est consolidé jusqu'au centre qu'en 848 ans $\frac{1}{4}$, refroidi au point de pouvoir le toucher en 9902 ans, et enfin il auroit perdu assez de sa chaleur propre pour arriver au point de la température actuelle de la Terre en 21621 ans, si la perte de sa chaleur propre n'eût pas été compensée par la chaleur envoyée par le Soleil et par Jupiter. Or la chaleur envoyée par le Soleil à ce satellite étant en raison inverse du quarré des distances, la compensation produite par cette chaleur étoit dans le temps de l'incandescence $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période de

21621 ans. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ de la compensation du premier et du dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{8125}{676}}{1250}$ ou $\frac{12\frac{13}{676}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période de 21621 ans; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{12\frac{13}{676}}{1250} :: 21621 : 8\frac{3}{10}$. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du Soleil, a été de 8 ans $\frac{3}{10}$ pour cette première période.

Mais la chaleur de Jupiter, qui, dans le temps de l'incandescence, étoit 25 fois plus grande que la chaleur actuelle de la Terre, avoit diminué, au bout des 21621 ans, de 25 à 22 $\frac{3}{4}$; et comme ce satellite est éloigné de

Jupiter de 277 $\frac{1}{4}$ demi-diamètres terrestres, ou de 397877 lieues, tandis qu'il est éloigné du Soleil de 171 millions 600 mille lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite auroit été à la chaleur envoyée par le Soleil, comme le quarré de 171600000 est au quarré de 397877, si la surface que Jupiter présente à son quatrième satellite étoit égale à la surface que lui présente le Soleil. Mais la surface de Jupiter, qui, dans le réel, n'est que $\frac{121}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins à ce satellite bien plus grande que celle de cet astre dans le rapport inverse du quarré des distances; on aura donc $(397877)^2 : (171600000)^2 :: \frac{121}{11449} : 1909$ environ. Ainsi Jupiter, dans le temps de l'incandescence, étoit pour son quatrième satellite un astre de feu 1909 fois plus grand que le Soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre du satellite étoit $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, lorsqu'au bout de 21621 ans il se seroit refroidi à la température actuelle de la Terre; et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation par la chaleur

du Soleil n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, qui multipliés par 1909, donnent $\frac{70\frac{405}{676}}{1250}$ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Jupiter au commencement de cette période, c'est-à-dire, dans le temps de l'incandescence, et par conséquent $\frac{70\frac{405}{676}}{50}$ pour la compensation que la chaleur de Jupiter auroit faite à la fin de cette première période, s'il eût conservé son état d'incandescence: mais sa chaleur propre ayant diminué pendant cette première période de 25 à 22 $\frac{1}{4}$, la compensation, au lieu d'être $\frac{70\frac{405}{676}}{50}$, n'a été que $\frac{64}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{64}{50}$ et $\frac{70\frac{405}{676}}{1250}$ de la compensation dans le premier et dans le dernier temps de cette période, on a $\frac{1671}{1250}$ environ, lesquels multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{20887\frac{1}{2}}{125}$ ou 16 $\frac{1}{4}$ environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur envoyée par Jupiter à la perte de la chaleur propre de son qua-

trième satellite ; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : 16 $\frac{3}{4}$ :: 21621 : 14486 $\frac{7}{100}$. Ainsi le temps dont la chaleur de Jupiter a prolongé le refroidissement de ce satellite pendant cette première période de 21621 ans, étant de 14486 ans $\frac{7}{100}$, et la chaleur du Soleil l'ayant aussi prolongé de 8 ans $\frac{3}{10}$ pendant la même période, on trouve, en ajoutant ces deux nombres d'années aux 21621 ans de la période, que c'a été dans l'année 36116 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 38716 ans, que ce quatrième satellite de Jupiter jouissoit de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter à son quatrième satellite a été égale à la chaleur propre de ce satellite, s'est trouvé au 17 $\frac{2}{3}$, terme environ de l'écoulement du temps de cette première période, qui multiplié par 864 $\frac{21}{25}$, nombre des années de chaque terme de cette période de 21621 ans, donne 15278 $\frac{21}{25}$. Ainsi c'a été dans l'année 15279 de

la formation des planètes, que la chaleur envoyée par Jupiter à son quatrième satellite s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce même satellite.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a été au-dessous de celle que lui envoyoit Jupiter dans l'année 15279 de la formation des planètes, et que Jupiter ayant envoyé à ce satellite, dans le temps de l'incandescence, une chaleur 1909 fois plus grande que celle du Soleil, il lui envoyoit encore, à la fin de la première période de 21621 ans, une chaleur 1737 $\frac{19}{100}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'a diminué pendant ce temps que de 25 à 22 $\frac{3}{4}$; et au bout d'une seconde période de 21621 ans, c'est-à-dire, après la déperdition de la chaleur propre de ce satellite jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre, Jupiter envoyoit encore à ce satellite une chaleur 1567 $\frac{19}{100}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit encore diminué que de 22 $\frac{3}{4}$ à 20 $\frac{1}{4}$.

En suivant la même marche, on voit que

la chaleur de Jupiter, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de 2 $\frac{1}{4}$ par chaque période de 21621 ans, diminue par conséquent sur ce satellite de 171 $\frac{81}{100}$ pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 3 $\frac{1}{4}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Jupiter au satellite sera à très-peu près encore 1350 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais comme la chaleur du Soleil sur Jupiter et sur ses satellites est à celle du Soleil sur la Terre à peu près :: 1 : 27, et que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 27 cette quantité 1350 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre; et cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe, il est évident qu'au bout de 3 $\frac{1}{4}$ périodes de 21621 ans chacune, c'est-à-dire, au bout de 70268 $\frac{1}{4}$ ans, la chaleur que Jupiter a envoyée à ce satellite a été égale à la chaleur actuelle de la Terre, et que, n'ayant plus de chaleur propre, il n'a pas laissé de jouir d'une température égale à celle dont jouit actuellement la Terre dans l'an-

née 70269 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 4563 ans.

Et comme cette chaleur envoyée par Jupiter a prolongé le refroidissement de ce satellite au point de la température actuelle de la Terre, elle le prolongera de même pendant 3 $\frac{1}{4}$ autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la Terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 140538 de la formation des planètes que ce satellite sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation dans le temps de l'incandescence que de $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période de 21621 ans, cette même chaleur du Soleil auroit fait une compen-

sation de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du Soleil auroit en effet été de 8 ans $\frac{3}{10}$: mais la chaleur envoyée par Jupiter dans le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre du satellite :: 70 $\frac{405}{676}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil doit être diminuée dans la même raison ; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1320\frac{405}{676}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui auroit été $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la même raison de 64 à 50, parce que la chaleur envoyée par Jupiter étoit encore plus grande que la chaleur propre de ce satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{114}$. En ajou-

tant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{1320\frac{405}{676}}$ à $\frac{\frac{25}{676}}{114}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{35865}{676}}{150548\frac{3}{10}}$ ou $\frac{53\frac{37}{676}}{150548\frac{3}{10}}$ environ, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{763\frac{1}{6}}{150548\frac{3}{10}}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du Soleil pendant cette première période; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{763\frac{1}{6}}{150548\frac{3}{10}}$ :: 21621 ans : 4 ans 140 jours. Ainsi le prolongement du refroidissement par la chaleur du Soleil, au lieu d'avoir été de 8 ans $\frac{1}{10}$, n'a été que de 4 ans 140 jours.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du Soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la

compensation, dans le temps de l'incandescence, ayant été de $\frac{\frac{25}{676}}{1320\frac{2}{3}}$, sera, à la fin de $3\frac{1}{4}$ périodes, de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces $3\frac{1}{4}$ périodes que la température de ce satellite sera égale à la température de la Terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{1320\frac{2}{3}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces $3\frac{1}{4}$ périodes, on a $\frac{\frac{34261}{676}}{66032}$ ou $\frac{50\frac{5}{6}}{66032}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{635}{66032}$ pour la compensation totale, par la chaleur du Soleil, pendant les $3\frac{1}{4}$ périodes de 21621 ans chacune; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total des périodes est à celui du prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{635}{66032} :: 70268\frac{1}{4} : 27$. Ainsi le prolongement total qu'a fait la chaleur du Soleil n'a été que de 27 ans, qu'il

faut ajouter aux 70268 ans $\frac{1}{4}$: d'où l'on voit que c'a été dans l'année 70296 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 4536 ans, que ce quatrième satellite de Jupiter jouissoit de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre; et de même, que ce ne sera que dans le double du temps, c'est-à-dire, dans l'année 140592 de la formation des planètes, que sa température sera refroidie au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Faisons maintenant les mêmes recherches sur les temps respectifs du refroidissement des satellites de Saturne, et du refroidissement de son anneau. Ces satellites sont, à la vérité, si difficiles à voir, que leurs grandeurs relatives ne sont pas bien constatées : mais leurs distances à leur planète principale sont assez bien connues, et il paroît, par les observations des meilleurs astronomes, que le satellite le plus voisin de Saturne est aussi le plus petit de tous; que le second n'est guère plus gros que le premier, le troisième un peu plus grand; que le quatrième paroît le plus grand de tous, et qu'enfin le cinquième paroît tantôt plus

grand que le troisième, et tantôt plus petit : mais cette variation de grandeur dans ce dernier satellite n'est probablement qu'une apparence dépendante de quelques causes particulières qui ne changent pas sa grandeur réelle, qu'on peut regarder comme égale à celle du quatrième, puisqu'on l'a vu quelquefois surpasser le troisième.

Nous supposerons donc que le premier et le plus petit de ces satellites est gros comme la Lune, le second grand comme Mercure, le troisième grand comme Mars, le quatrième et le cinquième grands comme la Terre; et prenant les distances respectives de ces satellites à leur planète principale, nous verrons que le premier est environ à 66 mille 900 lieues de distance de Saturne; le second à 85 mille 450 lieues, ce qui est à peu près la distance de la Lune à la Terre; le troisième à 120 mille lieues; le quatrième à 278 mille lieues, et le cinquième à 808 mille lieues, tandis que le satellite le plus éloigné de Jupiter n'en est qu'à 398 mille lieues.

Saturne a donc une vîtesse de rotation plus grande que celle de Jupiter, puisque, dans l'état de liquéfaction, sa force centrifuge a

projeté des parties de sa masse à plus du double de la distance à laquelle la force centrifuge de Jupiter a projeté celles qui forment son satellite le plus éloigné.

Et ce qui prouve encore que cette force centrifuge, provenant de la vîtesse de rotation, est plus grande dans Saturne que dans Jupiter, c'est l'anneau dont il est environné, et qui, quoique fort mince, suppose une projection de matière encore bien plus considérable que celle des cinq satellites pris ensemble. Cet anneau concentrique à la surface de l'équateur de Saturne n'en est éloigné que d'environ 55 mille lieues; sa forme est celle d'une zone assez large, un peu courbée sur le plan de sa largeur, qui est d'environ un tiers de diamètre de Saturne, c'est-à-dire, de plus de 9 mille lieues : mais cette zone de 9 mille lieues de largeur n'a peut-être pas 100 lieues d'épaisseur; car lorsque l'anneau ne nous présente exactement que sa tranche, il ne réfléchit pas assez de lumière pour qu'on puisse l'appercevoir avec les meilleures lunettes; au lieu qu'on l'apperçoit pour peu qu'il s'incline ou se redresse, et qu'il découvre en conséquence une

petite partie de sa largeur. Or cette largeur, vue de face, étant de 9 mille lieues, ou plus exactement de 9 mille 110 lieues, seroit d'environ 4 mille 555 lieues vue sous l'angle de 45 degrés, et par conséquent d'environ 100 lieues vue sous un angle d'un degré d'obliquité; car on ne peut guère présumer qu'il fût possible d'appercevoir cet anneau, s'il n'avoit pas au moins un degré d'obliquité, c'est-à-dire, s'il ne nous présentoit pas une tranche au moins égale à une 90e partie de sa largeur: d'où je conclus que son épaisseur doit être égale à cette 90e partie, qui équivaut à peu près à 100 lieues.

Il est bon de supputer, avant d'aller plus loin, toutes les dimensions de cet anneau, et de voir quelle est la surface et le volume de la matière qu'il contient.

Sa largeur est de 9 mille 110 lieues.

Son épaisseur supposée de 100 lieues.

Son diamètre intérieur de 191 mille 296 lieues.

Son diamètre extérieur, c'est-à-dire, y compris les épaisseurs, de 191 mille 496 lieues.

Sa circonférence intérieure de 444 mille 73 lieues.

Sa circonférence extérieure de 444 mille 701 lieues.

Sa surface concave de 4 milliars 455 millions 5 mille 30 lieues quarrées.

Sa surface convexe de 4 milliars 512 millions 226 mille 110 lieues quarrées.

La surface de l'épaisseur en dedans, de 44 millions 407 mille 300 lieues quarrées.

La surface de l'épaisseur en dehors, de 44 millions 470 mille 100 lieues quarrées.

Sa surface totale de 8 milliars 185 millions 608 mille 540 lieues quarrées.

Sa solidité de 404 milliars 836 millions 557 mille lieues cubiques.

Ce qui fait environ trente fois autant de volume de matière qu'en contient le globe terrestre, dont la solidité n'est que de 12 milliars 365 millions 103 mille 160 lieues cubiques. Et en comparant la surface de l'anneau à la surface de la Terre, on verra que celle-ci n'étant que de 25 millions 772 mille 725 lieues quarrées, celle de toutes les faces de l'anneau étant de 8 milliars 185 millions 608 mille 540 lieues, elle est par conséquent plus de 217 fois plus grande que celle de la Terre; en sorte que cet anneau, qui ne

paroît être qu'un volume anomal, un assemblage de matière sous une forme bizarre, peut néanmoins être une Terre dont la surface est plus de 300 fois plus grande que celle de notre globe, et qui, malgré son grand éloignement du Soleil, peut cependant jouir de la même température que la Terre.

Car, si l'on veut rechercher l'effet de la chaleur de Saturne et de celle du Soleil sur cet anneau, et reconnoître les temps de son refroidissement par la déperdition de sa chaleur propre, comme nous l'avons fait pour la Lune et pour les satellites de Jupiter, on verra que, n'ayant que 100 lieues d'épaisseur, il se seroit consolidé jusqu'au milieu ou au centre de cette épaisseur en 101 ans $\frac{1}{2}$ environ, si sa densité étoit égale à celle de la Terre; mais comme la densité de Saturne et celle de ses satellites et de son anneau, que nous supposons la même, n'est à la densité de la Terre que :: 184 : 1000, il s'ensuit que l'anneau, au lieu de s'être consolidé jusqu'au centre de son épaisseur en 101 ans $\frac{1}{2}$, s'est réellement consolidé en 18 ans $\frac{17}{25}$: et de même on verra que cet anneau auroit dû se refroidir au point de pouvoir le toucher en

1183 ans $\frac{90}{143}$, si sa densité étoit égale à celle de la Terre ; mais comme elle n'est que 184 au lieu de 1000, le temps du refroidissement, au lieu d'être de 1183 ans $\frac{90}{143}$, n'a été que de 217 ans $\frac{787}{1000}$, et celui du refroidissement à la température actuelle, au lieu d'être de 1958 ans, n'a réellement été que de 360 ans $\frac{7}{25}$, abstraction faite de toute compensation, tant par la chaleur du Soleil que par celle de Saturne, dont il faut faire l'évaluation.

Pour trouver la compensation par la chaleur du Soleil, nous considérerons que cette chaleur du Soleil sur Saturne, sur ses satellites et sur son anneau, est à très-peu près égale, parce que tous sont à très-peu près également éloignés de cet astre : or cette chaleur du Soleil que reçoit Saturne est à celle que reçoit la Terre :: 100 : 9025, ou :: 4 : 361. Dès lors la compensation qu'a faite la chaleur du Soleil lorsque l'anneau a été refroidi à la température actuelle de la Terre, au lieu d'être $\frac{1}{50}$, comme sur la Terre, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{50}$; et dans le temps de l'incandescence cette compensation n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$.

Ajoutant ces deux termes du premier et du dernier temps de cette période de 360 ans $\frac{7}{25}$, on aura $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil dans les 360 ans $\frac{7}{25}$ de la première période; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ :: 360 $\frac{7}{25}$: $\frac{1\frac{19}{625}}{25}$ ans ou 15 jours environ, dont le refroidissement de l'anneau a été prolongé, par la chaleur du Soleil, pendant cette première période de 360 ans $\frac{7}{25}$.

Mais la compensation par la chaleur du Soleil n'est, pour ainsi dire, rien en comparaison de celle qu'a faite la chaleur de Saturne. Cette chaleur de Saturne dans le temps de l'incandescence, c'est-à-dire, au commencement de la période, étoit 25 fois plus grande que la chaleur actuelle de la

Terre, et n'avoit encore diminué au bout de 360 ans $\frac{7}{25}$ que de 25 à 24 $\frac{211}{215}$ environ. Or cet anneau est à 4 demi-diamètres de Saturne, c'est-à-dire, à 54 mille 656 lieues de distance de sa planète, tandis que sa distance au Soleil est de 313 millions 500 mille lieues, en supposant 33 millions de lieues pour la distance de la Terre au Soleil. Dès lors Saturne, dans le temps de l'incandescence, et même long-temps et très-long-temps après, a fait sur son anneau une compensation infiniment plus grande que la chaleur du Soleil.

Pour en faire la comparaison, il faut considérer que la chaleur croissant comme le quarré de la distance diminue, la chaleur envoyée par Saturne à son anneau auroit été à la chaleur envoyée par le Soleil, comme le quarré de 313500000 est au quarré de 54656, si la surface que Saturne présente à son anneau étoit égale à la surface que lui présente le Soleil : mais la surface de Saturne, qui n'est, dans le réel, que $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins à son anneau bien plus grande que celle de cet astre dans la raison inverse du quarré des distances ; on aura

donc $(54656)^2 : (313500000)^2 : \frac{90\frac{1}{4}}{11449} : 259332$ environ; donc la surface que Saturne présente à son anneau est 259332 fois plus grande que celle que lui présente le Soleil. Ainsi Saturne, dans le temps de l'incandescence, étoit pour son anneau un astre de feu 259332 fois plus étendu que le Soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de l'anneau n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, lorsqu'au bout de 360 ans $\frac{7}{25}$ il se seroit refroidi à la température actuelle de la Terre, et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation par la chaleur du Soleil n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$; on aura donc 259332, multipliés par $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ ou $\frac{2873\frac{1}{2}}{1250}$ environ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Saturne au commencement de cette période dans le temps de l'incandescence, et $\frac{2873\frac{1}{2}}{50}$ pour la compensation que Saturne auroit faite à la fin de cette

même période de 360 ans $\frac{7}{25}$, s'il eût conservé son état d'incandescence : mais comme sa chaleur propre a diminué de 25 à 24 $\frac{211}{215}$ pendant cette période de 360 ans $\frac{7}{25}$, la compensation, à la fin de cette période, au lieu d'être $\frac{2873\frac{1}{2}}{50}$, n'a été que $\frac{2867\frac{1}{3}}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{2867\frac{1}{3}}{50}$ et $\frac{2873\frac{1}{2}}{1250}$ du premier et du dernier temps de cette première période de 360 ans $\frac{7}{25}$, on aura $\frac{74556\frac{5}{6}}{1250}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{931960\frac{5}{12}}{1250}$ ou 745 $\frac{71}{125}$ environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne sur son anneau pendant cette première période de 360 ans $\frac{7}{25}$; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 745 $\frac{71}{125}$ :: 360 $\frac{7}{25}$: 10752 $\frac{13}{25}$ environ. Ainsi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de son anneau pendant cette première période, a été d'environ 10752 ans $\frac{13}{25}$, tandis que la chaleur du

Soleil ne l'a prolongé, pendant la même période, que de 15 jours. Ajoutant ces deux nombres aux 360 ans $\frac{7}{25}$ de la période, on voit que c'est dans l'année 11113 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 63719 ans, que l'anneau de Saturne auroit pu se trouver au même degré de température dont jouit aujourd'hui la Terre, si la chaleur de Saturne, surpassant toujours la chaleur propre de l'anneau, n'avoit pas continué de le brûler pendant plusieurs autres périodes de temps.

Car le moment où la chaleur envoyée par Saturne à son anneau étoit égale à la chaleur propre de cet anneau, s'est trouvé dès le temps de l'incandescence, où cette chaleur envoyée par Saturne étoit plus forte que la chaleur propre de l'anneau dans le rapport de 2873 $\frac{1}{2}$ à 1250.

Dès lors on voit que la chaleur propre de l'anneau a été au-dessous de celle que lui envoyoit Saturne dès le temps de l'incandescence, et que, dans ce même temps, Saturne ayant envoyé à son anneau une chaleur 259332 fois plus grande que celle du Soleil, il lui envoyoit encore, à la fin de la première

période de 360 ans $\frac{7}{25}$, une chaleur 258608 $\frac{7}{25}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit diminué que de 25 à 24 $\frac{40}{43}$; et au bout d'une seconde période de 360 ans $\frac{7}{25}$, c'est-à-dire, après la déperdition de la chaleur propre de l'anneau, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre, Saturne envoyoit encore à son anneau une chaleur 257984 $\frac{14}{25}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 24 $\frac{40}{43}$ à 24 $\frac{37}{43}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de $\frac{3}{43}$ par chaque période de 360 ans $\frac{7}{25}$, diminue par conséquent, sur l'anneau, de 723 $\frac{18}{25}$ pendant chacune de ces périodes ; en sorte qu'après 351 périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son anneau sera encore à très-peu près 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais comme la chaleur du Soleil, tant sur Saturne que sur ses satellites et sur son anneau, est à celle du Soleil sur la Terre à peu près :: 1 : 90, et que la chaleur de la

Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre ; et cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de 351 périodes de 360 ans $\frac{7}{25}$ chacune, c'est-à-dire, au bout de 126458 ans, la chaleur que Saturne enverra encore à son anneau, sera égale à la chaleur actuelle de la Terre, et que, n'ayant plus aucune chaleur propre depuis très-long-temps, cet anneau ne laissera pas de jouir encore alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre.

Et comme cette chaleur envoyée par Saturne aura prodigieusement prolongé le refroidissement de son anneau au point de la température actuelle de la Terre, elle le prolongera de même pendant 351 autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 252916 de la formation des planètes que l'anneau de Saturne sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compensation qu'elle a dû faire à la diminution de la température de l'anneau dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre de l'anneau, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période, qui est de 360 ans $\frac{7}{25}$, cette même chaleur du Soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du Soleil auroit en effet été de 15 jours : mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre de l'anneau :: 2873 $\frac{1}{2}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil doit être diminuée dans la même raison ; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{4123\frac{1}{2}}$ au commencement de cette période, et que cette com-

pensation, qui auroit été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre de l'anneau, doit être diminuée dans la raison de $2867 \frac{1}{3}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne étoit encore plus grande que la chaleur propre de l'anneau dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{2917 \frac{1}{3}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{4123 \frac{1}{2}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{2917 \frac{1}{3}}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{4}{361}}{12029624}$ ou $\frac{78 \frac{5}{361}}{12029624}$, qui multipliés par $12 \frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur propre pendant cette première période de 360 ans $\frac{7}{25}$, donnent $\frac{975 \frac{63}{361}}{12029624}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du Soleil pendant cette première période; et comme

la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{975\frac{63}{361}}{12029624} :: 360\frac{7}{25} : \frac{351336}{300740600}$, ou $:: 360$ ans $\frac{7}{25}$ 10 heures 14 minutes. Ainsi le prolongement du refroidissement par la chaleur du Soleil sur l'anneau de Saturne pendant la première période, au lieu d'avoir été de 15 jours, n'a réellement été que de 10 heures 14 minutes.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du Soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compensation, dans le temps de l'incandescence, ayant été $\frac{\frac{4}{361}}{4123\frac{1}{2}}$, sera, à la fin de 351 périodes, de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces 351 périodes que la température de l'anneau sera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{4123\frac{1}{2}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier et du dernier

temps de ces 351 périodes, on a $\frac{\frac{16514}{361}}{206175}$ ou $\frac{45\frac{2}{3}}{206175}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur pendant toutes ces périodes, donnent $\frac{571}{206175}$ environ pour la compensation totale, par la chaleur du Soleil, pendant les 351 périodes de 360 ans $\frac{7}{25}$ chacune; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{571}{206175} :: 126458 : 14$ ans $\frac{1}{125}$. Ainsi le prolongement total qu'a fait et que fera la chaleur du Soleil sur l'anneau de Saturne, n'est que de 14 ans $\frac{1}{125}$, qu'il faut ajouter aux 126458 ans : d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 126473 de la formation des planètes que cet anneau jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre, et qu'il faudra le double du temps, c'est-à-dire, que ce ne sera que dans l'année 252946 de la formation des planètes que la température de l'anneau de Saturne sera refroidie à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Pour faire sur les satellites de Saturne la même évaluation que nous venons de faire sur le refroidissement de son anneau, nous supposerons, comme nous l'avons dit, que le premier de ces satellites, c'est-à-dire, le plus voisin de Saturne, est de la grandeur de la Lune ; le second, de celle de Mercure ; le troisième, de la grandeur de Mars ; le quatrième et le cinquième, de la grandeur de la Terre. Cette supposition, qui ne pourroit être exacte que par un grand hasard, ne s'éloigne cependant pas assez de la vérité pour que, dans le réel, elle ne nous fournisse pas des résultats qui pourront achever de compléter nos idées sur les temps où la nature a pu naître et périr dans les différens globes qui composent l'univers solaire.

Partant donc de cette supposition, nous verrons que le premier satellite, étant grand comme la Lune, a dû se consolider jusqu'au centre en 145 ans $\frac{3}{4}$ environ, parce que n'étant que de $\frac{3}{11}$ du diamètre de la Terre, il se seroit consolidé jusqu'au centre en 792 ans $\frac{3}{4}$, s'il étoit de même densité : mais la densité de la Terre étant à celle de Saturne et de ses satellites :: 1000 : 184, il s'ensuit qu'on doit

diminuer le temps de la consolidation et du refroidissement dans la même raison ; ce qui donne 145 ans $\frac{3}{4}$ pour le temps nécessaire à la consolidation. Il en est de même du temps de refroidissement au point de pouvoir toucher sans se brûler la surface de ce satellite : on trouvera, par les mêmes règles de proportion, qu'il aura perdu assez de sa chaleur propre pour arriver à ce point en 1701 ans $\frac{16}{25}$, et ensuite que, par la même déperdition de sa chaleur propre, il se seroit refroidi au point de la température actuelle de la Terre en 3715 ans $\frac{87}{125}$. Or l'action de la chaleur du Soleil étant en raison inverse du quarré de la distance, la compensation que cette chaleur envoyée par le Soleil a faite au commencement de cette première période, dans le temps de l'incandescence, a été $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette même période de 3715 ans $\frac{87}{125}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ de la compensation dans le premier et

dans le dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période de 3715 ans $\frac{87}{125}$; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{3\frac{217}{361}}{1250} :: 3715$ ans $\frac{87}{125} : 156$ jours. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du Soleil n'a été que de 156 jours pendant cette première période.

Mais la chaleur de Saturne, qui, dans le temps de l'incandescence, c'est-à-dire, dans le commencement de cette première période, étoit 25, n'avoit encore diminué au bout de 3715 ans $\frac{87}{125}$ que de 25 à 24 $\frac{4}{13}$ environ; et comme ce satellite n'est éloigné de Saturne que de 66900 lieues, tandis qu'il est éloigné du Soleil de 313 millions 500 mille

lieues, la chaleur envoyée par Saturne à ce premier satellite auroit été à la chaleur envoyée par le Soleil comme le quarré de 313500000 est au quarré de 66900, si la surface que Saturne présente à ce satellite étoit égale à la surface que lui présente le Soleil : mais la surface de Saturne, qui n'est, dans le réel, que $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins à ce satellite plus grande que celle de cet astre dans le rapport inverse du quarré des distances ; on aura donc $(66900)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{4}}{11449} : 173102$ environ ; donc la surface que Saturne présente à son premier satellite étant 173 mille 102 fois plus grande que celle que lui présente le Soleil, Saturne, dans le temps de l'incandescence, étoit pour ce satellite un astre de feu 173102 fois plus grand que le Soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ dans le temps de l'incandescence, et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ lorsqu'au bout de 3715

ans $\frac{2}{3}$ il se seroit refroidi à la température actuelle de la Terre; on aura donc 173102 multipliés par $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ ou $\frac{1918\frac{1}{5}}{1250}$ environ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Saturne au commencement de cette période dans le temps de l'incandescence, et $\frac{1918\frac{1}{5}}{50}$ pour la compensation que Saturne auroit faite à la fin de cette même période, s'il eût conservé son état d'incandescence : mais comme la chaleur propre de Saturne a diminué de 25 à 24 $\frac{4}{13}$ environ pendant cette période de 3715 ans $\frac{2}{3}$, la compensation à la fin de cette période, au lieu d'être $\frac{1918\frac{1}{5}}{50}$, n'a été que $\frac{1865}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{1865}{50}$ et $\frac{1918\frac{1}{5}}{1250}$ de la compensation du premier et du dernier temps de cette période, on aura $\frac{48543\frac{1}{5}}{1250}$, lesquels multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{606790}{1250}$ ou 485 $\frac{6}{17}$ environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne sur son pre-

mier satellite pendant cette première période de 3715 ans $\frac{2}{3}$; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : 485 \frac{6}{17} :: 3715 \frac{2}{3} : 72136$ environ. Ainsi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de son premier satellite pendant cette première période de 3715 $\frac{2}{3}$, a été de 72136 ans, tandis que la chaleur du Soleil ne l'a prolongé pendant la même période que de 156 jours. En ajoutant ces deux termes avec celui de la période, qui est de 3715 ans environ, on voit que ce sera dans l'année 75853 de la formation des planètes, c'est-à-dire, dans 1021 ans, que ce premier satellite de Saturne pourra jouir de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite a été égale à sa chaleur propre, s'est trouvé dès le premier moment de l'incandescence, ou plutôt ne s'est jamais trouvé; car, dans le temps même de l'incandescence, la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite étoit encore plus grande

que la sienne propre, quoiqu'il fût lui-même en incandescence, puisque la compensation que faisoit alors la chaleur de Saturne à la chaleur propre du satellite étoit $\frac{1958 \frac{1}{2}}{1250}$, et que, pour qu'elle n'eût été qu'égale, il auroit fallu que la température n'eût été que $\frac{1250}{1250}$.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a été au-dessous de celle que lui envoyoit Saturne dès le moment de l'incandescence, et que, dans ce même temps, Saturne ayant envoyé à ce satellite une chaleur 173102 fois plus grande que celle du Soleil, il lui envoyoit encore, à la fin de la première période de 3715 ans $\frac{87}{125}$, une chaleur 168308 $\frac{2}{5}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit diminué que de 25 à 24 $\frac{4}{13}$; et au bout d'une seconde période de 3715 ans $\frac{87}{125}$, après la déperdition de la chaleur propre de ce satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre, Saturne envoyoit encore à ce satellite une chaleur 163414 $\frac{4}{5}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 24 $\frac{4}{13}$ à 23 $\frac{8}{13}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de $\frac{9}{13}$ par chaque période de 3715 ans $\frac{87}{125}$, diminue par conséquent, sur ce satellite, de 4893 $\frac{3}{5}$ pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 33 $\frac{1}{2}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son premier satellite sera encore à très-peu près 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais comme cette chaleur du Soleil sur Saturne et sur ses satellites est à celle du Soleil sur la Terre :: 1 : 90 à très-peu près, et que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre; et cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de 33 $\frac{1}{2}$ périodes de 3715 ans $\frac{87}{125}$ chacune, c'est-à-dire, au bout de 124475 ans $\frac{5}{6}$, la chaleur que Saturne enverra encore à ce satellite, sera égale à la chaleur actuelle de la Terre, et que ce satellite, n'ayant plus aucune chaleur propre depuis très-long-temps, ne

laissera pas de jouir alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre.

Et comme cette chaleur envoyée par Saturne a prodigieusement prolongé le refroidissement de ce satellite au point de la température actuelle de la Terre, il le prolongera de même pendant 33 $\frac{1}{2}$ autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la Terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 248951 de la formation des planètes que ce premier satellite de Saturne sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température de ce satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{4}{\frac{361}{1250}}$, et qu'à la fin de la première période, qui est de 3715 ans $\frac{87}{125}$, cette même chaleur du Soleil auroit fait une com-

pensation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du Soleil auroit été en effet de 156 jours : mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du satellite :: 1918 $\frac{1}{5}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{3168\frac{1}{5}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui auroit été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette première période, si on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la raison de 1865 à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne étoit encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1915}$.
En ajoutant ces deux termes de compensation

$\frac{\frac{4}{361}}{3168\frac{1}{5}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{1915}$ du premier et du dernier temps de cette première période de 3715 ans $\frac{87}{125}$, on a $\frac{\frac{20332}{361}}{6067103}$ ou $\frac{56\frac{116}{161}}{6067103}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur du satellite pendant cette première période, donnent $\frac{704\frac{8}{45}}{6067103}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{704\frac{8}{47}}{6067103}$ :: 3715 $\frac{87}{125}$: $\frac{2616510\frac{1}{2}}{151677576}$, ou :: 3715 ans $\frac{87}{125}$: 6 jours 7 heures environ. Ainsi le prolongement du refroidissement par la chaleur du Soleil pendant cette première période, au lieu d'avoir été de 156 jours, n'a réellement été que de 6 jours 7 heures.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du Soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la

compensation, dans le temps de l'incandescence, ayant été, comme nous venons de le dire, $\frac{\frac{4}{361}}{3168\frac{1}{5}}$, sera, à la fin de 33 $\frac{1}{2}$ périodes de 3715 ans $\frac{87}{125}$ chacune, de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces 33 $\frac{1}{2}$ périodes que la température de ce satellite sera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{3168\frac{1}{5}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier et du dernier temps des 33 $\frac{1}{2}$ périodes, on a $\frac{\frac{12873}{361}}{158410}$ ou $\frac{35\frac{2}{3}}{158410}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur pendant toutes ces périodes, donnent $\frac{445\frac{5}{6}}{158410}$ pour la compensation totale, par la chaleur du Soleil, pendant les 33 $\frac{1}{2}$ périodes de 3715 ans $\frac{87}{125}$ chacune; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total des périodes est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{445\frac{5}{6}}{158410}$ :: 124475 ans $\frac{1}{6}$: 14 ans 4 jours envi-

ron. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du Soleil ne sera que de 14 ans 4 jours, qu'il faut ajouter aux 124475 ans $\frac{5}{6}$: d'où l'on voit que ce ne sera que sur la fin de l'année 124490 de la formation des planètes que ce satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre, et qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire, 248980 ans à dater de la formation des planètes, pour que ce premier satellite de Saturne puisse être refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Faisant le même calcul pour le second satellite de Saturne, que nous avons supposé grand comme Mercure, et qui est à 85 mille 450 lieues de distance de sa planète principale, nous verrons que ce satellite a dû se consolider jusqu'au centre en 178 ans $\frac{3}{25}$, parce que n'étant que de $\frac{1}{3}$ du diamètre de la Terre, il se seroit consolidé jusqu'au centre en 968 ans $\frac{1}{3}$, s'il étoit de même densité : mais comme la densité de la Terre est à la densité de Saturne et de ses satellites :: 1000 : 184, il s'ensuit qu'on doit diminuer les temps de la consolidation et du refroidissement dans la même raison; ce qui donne 178 ans $\frac{3}{25}$ pour

le temps nécessaire à la consolidation. Il en est de même du temps du refroidissement au point de toucher sans se brûler la surface du satellite; on trouvera, par les mêmes règles de proportion, qu'il s'est refroidi à ce point en 2079 ans $\frac{35}{62}$, et ensuite qu'il s'est refroidi à la température actuelle de la Terre en 4541 ans $\frac{1}{2}$ environ. Or l'action de la chaleur du Soleil étant en raison inverse du quarré des distances, la compensation étoit au commencement de cette première période, dans le temps de l'incandescence, $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette même période de 4541 ans $\frac{1}{2}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier et du dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période de 4541 ans $\frac{1}{2}$; et comme la perte

totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ :: 4541 $\frac{1}{2}$: 191 jours. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du Soleil auroit été de 191 jours pendant cette première période de 4541 ans $\frac{1}{2}$.

Mais la chaleur de Saturne, qui, dans le temps de l'incandescence, étoit 25 fois plus grande que la chaleur actuelle de la Terre, n'avoit diminué au bout de 4541 ans $\frac{1}{2}$ que de $\frac{17}{65}$ environ, et étoit encore 24 $\frac{8}{65}$ à la fin de cette même période : et ce satellite n'étant éloigné que de 85 mille 450 lieues de sa planète principale, tandis qu'il est éloigné du Soleil de 313 millions 500 mille lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par Saturne à ce second satellite auroit été comme le quarré de 313500000 est au quarré de 85450, si la surface que présente Saturne à ce satellite, étoit égale à la surface que lui présente le Soleil : mais la surface de Saturne, qui, dans le réel, n'est que $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de celle du Soleil, paroît

néanmoins plus grande à ce satellite dans le rapport inverse du quarré des distances ; on aura donc $(85450)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{4}}{11449} :$ 106104 environ. Ainsi la surface que présente Saturne à ce satellite, étant 106 mille 104 fois plus grande que la surface que lui présente le Soleil, Saturne, dans le temps de l'incandescence, étoit pour son second satellite un astre de feu 106 mille 104 fois plus grand que le Soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre du satellite dans le temps de l'incandescence, n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, lorsqu'il se seroit refroidi par la déperdition de sa chaleur propre, au point de la température actuelle de la Terre, la compensation par la chaleur du Soleil a été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$. Il faut donc multiplier ces deux termes de compensation par 106104, et l'on aura $\frac{1175\frac{2}{3}}{1250}$ environ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Saturne sur ce satellite au

commencement de cette premiere période dans le temps de l'incandescence, et $\frac{1175\frac{2}{3}}{50}$ pour la compensation que la chaleur de Saturne auroit faite à la fin de cette même période, s'il eût conservé son état d'incandescence : mais comme la chaleur propre de Saturne a diminué de 25 à 24 $\frac{8}{65}$ pendant cette période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, la compensation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{1175\frac{2}{3}}{50}$, n'a été que $\frac{1134\frac{17}{40}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{1175\frac{2}{3}}{1250}$ et $\frac{1134\frac{17}{40}}{50}$ du premier et du dernier temps de la période, on a $\frac{29586\frac{11}{40}}{1250}$, lesquels multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{369203}{1250}$ ou 295 $\frac{2}{9}$ environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite pendant cette première période de 4541 ans $\frac{1}{2}$; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on

aura 25 : 295 $\frac{2}{9}$ :: 4541 $\frac{1}{2}$: 53630 environ. Ainsi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de ce satellite pour cette première période, a été de 53630 ans, tandis que la chaleur du Soleil, pendant le même temps, ne l'a prolongé que de 191 jours : d'où l'on voit, en ajoutant ces temps à celui de la période, qui est de 4541 ans $\frac{1}{2}$, que c'a été dans l'année 58173 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 16659 ans, que ce second satellite de Saturne jouissoit de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite a été égale à sa chaleur propre, s'est trouvé presque immédiatement après l'incandescence, c'est-à-dire, à $\frac{74}{1775 \frac{2}{3}}$, du premier terme de l'écoulement du temps de cette première période, qui multipliés par 181 $\frac{33}{50}$, nombre des années de chaque terme de cette période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, donnent 7 ans $\frac{1}{6}$ environ. Ainsi c'a été dès l'année 8 de la formation des planètes que la chaleur envoyée par Saturne à son second satellite s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce même satellite.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a été au-dessous de celle que lui envoyoit Saturne dès le temps le plus voisin de l'incandescence, et que, dans le premier moment de l'incandescence, Saturne ayant envoyé à ce satellite une chaleur 106 mille 104 fois plus grande que celle du Soleil, il lui envoyoit encore, à la fin de la première période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, une chaleur 102 mille 382 $\frac{1}{5}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit diminué que de 25 à 24 $\frac{8}{65}$; et au bout d'une seconde période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, après la déperdition de la chaleur propre de ce satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre, Saturne envoyoit encore à ce satellite une chaleur 98 mille 660 $\frac{2}{5}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 24 $\frac{8}{65}$ à 23 $\frac{16}{65}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de $\frac{57}{65}$ par chaque période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, diminue par conséquent sur ce satellite de 3721 $\frac{4}{5}$ pendant cha-

cune de ces périodes; en sorte qu'après 26 $\frac{1}{3}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son second satellite sera encore à peu près 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais comme cette chaleur du Soleil sur Saturne et sur ses satellites est à celle du Soleil sur la Terre :: 1 : 90 à très-peu près, et que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre; et cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de 26 $\frac{1}{3}$ périodes de 4541 ans $\frac{1}{2}$, c'est-à-dire, au bout de 119592 ans $\frac{5}{6}$, la chaleur que Saturne enverra encore à ce satellite sera égale à la chaleur actuelle de la Terre, et que ce satellite, n'ayant plus aucune chaleur propre depuis très-long-temps, ne laissera pas de jouir alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre.

Et comme cette chaleur envoyée par Saturne a prodigieusement prolongé le refroidissement de ce satellite au point de la tem-

pérature de la Terre, il le prolongera de même pendant 26 $\frac{1}{3}$ autres périodes, pour arriver au point extrême $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la Terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 239185 de la formation des planètes que ce second satellite de Saturne sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et qu'à la fin de la première periode, qui est de 4541 ans $\frac{1}{2}$, cette même chaleur du Soleil auroit fait compensation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du Soleil auroit en effet été de 191 jours : mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence

étant à la chaleur propre du satellite :: $1175\frac{2}{3}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil doit être diminuée dans la même raison ; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{2425\frac{2}{3}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui auroit été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la raison de $1134\frac{17}{40}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne étoit encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1184\frac{17}{40}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{2425\frac{2}{3}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{1184\frac{17}{40}}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{14440\frac{11}{30}}{361}}{2873020\frac{1}{6}}$ ou

$\frac{40}{2873020\frac{1}{6}}$ environ, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{500}{2873020\frac{1}{6}}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{500}{2873020} :: 4541\frac{1}{2} : \frac{227075}{4309530}$, ou $:: 4541\frac{1}{2} : 19$ jours environ. Ainsi le prolongement du refroidissement par la chaleur du Soleil, au lieu d'être de 191 jours, n'a réellement été que de 19 jours environ.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du Soleil pendant toutes les périodes, on trouve que la compensation par la chaleur du Soleil dans le temps de l'incandescence, ayant été, comme nous venons de le dire, $\frac{\frac{4}{361}}{2425\frac{2}{3}}$, sera, à la fin de $26\frac{1}{3}$ périodes de 4541 ans $\frac{1}{2}$ chacune, de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces $26\frac{1}{3}$

périodes que la température du satellite sera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{2425\frac{2}{3}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces 26 $\frac{1}{3}$ périodes, on a $\frac{\frac{9902}{361}}{121282}$ ou $\frac{27\frac{155}{361}}{121282}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur pendant toutes ces périodes, donnent $\frac{342\frac{313}{613}}{121282}$ pour la compensation totale, par la chaleur du Soleil, pendant les 26 $\frac{1}{3}$ périodes de 4541 ans $\frac{1}{2}$ chacune; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{342\frac{313}{361}}{121282}$ :: 119592 $\frac{5}{6}$: 13 $\frac{13}{25}$ environ. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du Soleil, ne sera que de 13 ans $\frac{13}{25}$, qu'il faut ajouter aux 119592 ans $\frac{5}{6}$: d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 119607 de la formation des planètes que ce satellite jouira de la même tempéra-

ture dont jouit aujourd'hui la Terre, et qu'il faudra le double du temps, c'est-à-dire, que ce ne sera que dans l'année 239214 de la formation des planètes que sa température sera refroidie à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Faisant les mêmes raisonnemens pour le troisième satellite de Saturne, que nous avons supposé grand comme Mars, et qui est éloigné de Saturne de 120 mille lieues, nous verrons que ce satellite auroit dû se consolider jusqu'au centre en 277 ans $\frac{19}{20}$, parce que n'étant que $\frac{13}{25}$ du diamètre de la Terre, il se seroit refroidi jusqu'au centre en 1510 ans $\frac{3}{5}$, s'il étoit de même densité : mais la densité de la Terre étant à celle de ce satellite :: 1000 : 184, il s'ensuit qu'on doit diminuer le temps de sa consolidation dans la même raison; ce qui donne 277 ans $\frac{19}{20}$ environ. Il en est de même du temps du refroidissement au point de pouvoir, sans se brûler, toucher la surface du satellite: on trouvera, par les mêmes règles de proportion, qu'il s'est refroidi à ce point en 3244 $\frac{20}{31}$, et ensuite qu'il s'est refroidi au point de la température actuelle de la Terre en 7083

ans $\frac{11}{15}$ environ. Or l'action de la chaleur du Soleil étant en raison inverse du quarré de la distance, la compensation étoit au commencement de cette première période, dans le temps de l'incandescence, $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et $\frac{\frac{3}{361}}{50}$ à la fin de cette même période de 7083 ans $\frac{11}{15}$. Ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période de 7083 ans $\frac{11}{15}$; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ :: 7083 ans $\frac{11}{15}$: 296 jours. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du Soleil n'a été que de 296 jours pendant cette première période de 7083 ans $\frac{11}{15}$.

Mais la chaleur de Saturne, qui, dans le temps de l'incandescence, étoit 25, avoit diminué, au bout de la période de 7083 ans $\frac{11}{15}$, de 25 à 23 $\frac{41}{65}$; et comme ce satellite est éloigné de Saturne de 120 mille lieues, et qu'il est distant du Soleil de 313 millions 500 mille lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite auroit été comme le quarré de 313500000 est au quarré de 120000, si la surface que présente Saturne à ce satellite étoit égale à la surface que lui présente le Soleil : mais la surface de Saturne n'étant, dans le réel, que $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins à ce satellite plus grande que celle de cet astre dans le rapport inverse du quarré des distances; on aura donc $(120000)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{4}}{11449} : 53801$ environ. Donc la surface que Saturne présente à ce satellite est 53801 fois plus grande que celle que lui présente le Soleil. Ainsi Saturne, dans le temps de l'incandescence, étoit pour ce satellite un astre de feu 53801 fois plus grand que le Soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur

du Soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite, étoit $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, lorsqu'au bout de 7083 ans $\frac{2}{3}$ il se seroit, comme Mars, refroidi à la température actuelle de la Terre, et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation par la chaleur du Soleil n'étoit que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$; on aura donc 53801 multipliés par $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ ou $\frac{596\frac{48}{361}}{1250}$ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Saturne au commencement de cette période dans le temps de l'incandescence, et $\frac{596\frac{48}{361}}{50}$ pour la compensation à la fin de cette même période, si Saturne eût conservé son état d'incandescence: mais comme sa chaleur propre a diminué de 25 à 23 $\frac{41}{65}$ environ pendant cette période de 7083 ans $\frac{2}{3}$, la compensation à la fin de cette période, au lieu d'être $\frac{596\frac{48}{361}}{50}$, n'a été que de $\frac{563\frac{1}{2}}{50}$.

Ajoutant ces deux termes $\frac{563\frac{1}{2}}{50}$ et $\frac{596\frac{48}{361}}{1250}$ du premier et du dernier temps de cette période, on aura $\frac{14683\frac{57}{90}}{1250}$ environ, lesquels multipliés

par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{18335+5}{1250}$ environ ou 146 $\frac{5}{6}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne sur ce troisième satellite pendant cette première période de 7083 ans $\frac{11}{15}$; et comme la perte totale de la chaleur propre est la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : 146 $\frac{5}{6}$ :: 7083 $\frac{2}{3}$: 41557 $\frac{1}{2}$ environ. Ainsi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de son troisième satellite pendant cette période de 7083 ans $\frac{2}{3}$, a été de 41557 ans $\frac{1}{2}$, tandis que la chaleur du Soleil ne l'a prolongé pendant ce même temps que de 296 jours. Ajoutant ces deux temps à celui de la période de 7083 ans $\frac{2}{3}$, on voit que ce seroit dans l'année 48643 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 26189 ans, que ce troisième satellite de Saturne auroit joui de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite a été égale à sa chaleur propre, s'est trouvé au 2 $\frac{1}{11}$ terme environ de l'écoulement du temps de cette première

période, lequel multiplié par 283 $\frac{1}{3}$, nombre des années de chaque terme de la période de 7083 $\frac{2}{3}$, donne 630 ans $\frac{1}{3}$ environ. Ainsi c'a été dès l'année 631 de la formation des planètes que la chaleur envoyée par Saturne à son troisième satellite s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce même satellite.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a été au-dessous de celle que lui envoyoit Saturne dès l'année 631 de la formation des planètes, et que Saturne ayant envoyé à ce satellite une chaleur 53801 fois plus grande que celle du Soleil, il lui envoyoit encore, à la fin de la première période de 7083 ans $\frac{2}{3}$, une chaleur 50854 $\frac{9}{25}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit diminué que de 25 à 23 $\frac{41}{65}$ environ; et au bout d'une seconde période de 7083 ans $\frac{2}{3}$, après la déperdition de la chaleur propre de ce satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre, Saturne envoyoit encore à ce satellite une chaleur 47907 $\frac{19}{25}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 23 $\frac{41}{65}$ à 22 $\frac{17}{65}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de 1 $\frac{24}{65}$ par chaque période de 7083 ans $\frac{2}{2}$, diminue par conséquent sur ce satellite de 2946 $\frac{3}{5}$ pendant chacune de ces périodes, en sorte qu'après 15 $\frac{3}{5}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son troisième satellite sera encore 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais comme cette chaleur du Soleil sur Saturne et sur ses satellites est à celle du Soleil sur la Terre :: 1 : 90 à très-peu près, et que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité de chaleur 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre; et cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de 15 $\frac{3}{4}$ périodes de 7083 ans $\frac{2}{3}$, c'est-à-dire, au bout de 111567 ans, la chaleur que Saturne enverra encore à ce satellite sera égale à la chaleur actuelle de la Terre, et que ce satellite n'ayant plus aucune chaleur propre depuis très-long-

temps, ne laissera pas de jouir alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre.

Et comme cette chaleur envoyée par Saturne a très-considérablement prolongé le refroidissement de ce satellite au point de la température actuelle de la Terre, il le prolongera de même pendant 15 $\frac{3}{4}$ autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la Terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 223134 de la formation des planètes que ce troisième satellite de Saturne sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation dans le temps de l'incandescence que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période, qui est de 7083 ans $\frac{2}{3}$, cette même chaleur du Soleil auroit fait une compen-

sation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du Soleil auroit en effet été de 296 jours. Mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du satellite :: $596 \frac{48}{361}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1846 \frac{48}{361}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui auroit été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du satellite doit être diminuée dans la raison de $563 \frac{1}{2}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne étoit encore plus grande que la chaleur propre de ce satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période,

au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{613\frac{1}{2}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{1846\frac{48}{361}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{613\frac{1}{2}}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{9838}{361}}{1132602}$ ou $\frac{27\frac{1}{4}}{1132602}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{340\frac{5}{8}}{1132602}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du Soleil pendant cette première période; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{340\frac{5}{8}}{1132602} :: 7083\frac{2}{3} : \frac{2412878\frac{3}{5}}{28315050}$, ou $:: 7083\frac{2}{3}$ ans : 31 jours environ. Ainsi le prolongement du refroidissement par la chaleur du Soleil, au lieu d'avoir été de 296 jours, n'a réellement été que de 31 jours.

Et pour évaluer en totalité la compensation

qu'a faite cette chaleur du Soleil pendant toutes ces périodes, on trouvera que la compensation par la chaleur du Soleil dans le temps de l'incandescence, ayant été, comme nous venons de le dire, $\frac{\frac{4}{361}}{1846\frac{48}{361}}$, sera, à la fin de $15\frac{3}{4}$ périodes de 7083 ans $\frac{2}{3}$ chacune, de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces $15\frac{3}{4}$ périodes que la température du satellite sera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{1846\frac{48}{361}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces $15\frac{3}{4}$ périodes, on a $\frac{\frac{7584\frac{5}{9}}{361}}{92306\frac{3}{5}}$ ou $\frac{21\frac{3}{324}}{92306\frac{3}{5}}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur pendant les $15\frac{3}{4}$ périodes de 7083 ans $\frac{2}{3}$ chacune, donnent $\frac{262\frac{5}{8}}{92306\frac{3}{5}}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil; et comme la diminution totale de la chaleur est à la com-

pensation totale en même raison que le temps total des périodes est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{262\frac{5}{8}}{92306\frac{1}{3}}$ :: 111567 ans : 12 ans 254 jours. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du Soleil pendant toutes ces périodes, ne sera que de 12 ans 254 jours, qu'il faut ajouter aux 111567 ans : d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 111580 de la formation des planètes que ce satellite jouira réellement de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre, et qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire, que ce ne sera que dans l'année 223160 de la formation des planètes que sa température pourra être refroidie à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Faisant les mêmes raisonnemens pour le quatrième satellite de Saturne, que nous avons supposé grand comme la Terre, on verra qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 534 ans $\frac{13}{25}$, parce que ce satellite étant égal au globe terrestre, il se seroit consolidé jusqu'au centre en 2905 ans, s'il étoit de même densité; mais la densité de la Terre étant à celle de ce satellite :: 1000 : 184, il

s'ensuit qu'on doit diminuer le temps de la consolidation dans la même raison, ce qui donne 534 ans $\frac{13}{25}$. Il en est de même du temps du refroidissement au point de toucher sans se brûler la surface du satellite : on trouvera, par les mêmes règles de proportion, qu'il s'est refroidi à ce point en 6239 ans $\frac{9}{16}$, et ensuite qu'il s'est refroidi à la température actuelle de la Terre en 13624 $\frac{2}{3}$. Or l'action de la chaleur du Soleil étant en raison inverse du quarré des distances, la compensation étoit au commencement de cette première période, dans le temps de l'incandescence, $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette même période de 13624 $\frac{2}{3}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier et du dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a

faite la chaleur du Soleil pendant cette période de 13624 ans $\frac{2}{3}$; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{3\frac{217}{361}}{1250} :: 13624\frac{2}{3} : 1\frac{14}{25}$ environ. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du Soleil n'a été que 1 an $\frac{14}{25}$ pendant cette première période de 13624 ans $\frac{2}{3}$.

Mais la chaleur de Saturne, qui, dans le temps de l'incandescence, étoit vingt-cinq fois plus grande que la chaleur de la température actuelle de la Terre, n'avoit encore diminué, au bout de cette période de 13624 $\frac{2}{3}$, que de 25 à 22 $\frac{19}{65}$ environ; et comme ce satellite est à 278 mille lieues de distance de Saturne, et à 313 millions 500 mille lieues de distance du Soleil, la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence auroit été en raison du quarré de 313500000 au quarré de 278000, si la surface que présente Saturne à son quatrième satellite, étoit égale à la surface que lui présente le Soleil; mais la surface de Saturne, n'étant,

dans le réel, que $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins à ce satellite plus grande que celle de cet astre, dans la raison inverse du quarré des distances. Ainsi l'on aura $(278000)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{4}}{11449} : 10024\frac{1}{2}$ environ. Donc la surface que présente Saturne à ce satellite est $10024\frac{1}{2}$ fois plus grande que celle que lui présente le Soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, lorsqu'au bout de 13624 ans $\frac{1}{2}$ il se seroit refroidi comme la Terre au point de la température actuelle, et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation par la chaleur du Soleil n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$; on aura donc $10024\frac{1}{2}$ multipliés par $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ ou $\frac{111\frac{27}{361}}{1250}$ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Saturne au commencement de cette période dans le temps de l'incandescence, et $\frac{111\frac{27}{361}}{50}$ pour la compensation que la

chaleur de Saturne auroit faite à la fin de cette même période, s'il eût conservé son état d'incandescence ; mais comme la chaleur propre de Saturne a diminué de 25 à 22 $\frac{19}{65}$ environ pendant cette période de 13524 ans $\frac{2}{3}$, la compensation à la fin de cette période, au lieu d'être $\frac{111\frac{27}{361}}{50}$, n'a été que de $\frac{99\frac{1}{25}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{99\frac{1}{25}}{50}$ et $\frac{111\frac{27}{362}}{1250}$ de la compensation du premier et du dernier temps de cette période, on aura $\frac{2587\frac{27}{361}}{1250}$ environ, lesquels multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{32531}{1250}$ ou 26 $\frac{1}{50}$ environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne sur son quatrième satellite pendant cette première période de 13624 ans $\frac{2}{3}$; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 26 $\frac{1}{50}$ :: 13624 $\frac{2}{3}$: 14180 $\frac{19}{50}$. Ainsi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de ce satellite a été de 14180 ans $\frac{19}{50}$ environ pour

cette première période, tandis que le prolongement de son refroidissement par la chaleur du Soleil n'a été que de 1 an $\frac{14}{25}$. Ajoutant à ces deux temps celui de la période, on voit que ce seroit dans l'année 27807 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 47025 ans, que ce quatrième satellite auroit joui de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce quatrième satellite a été égale à sa chaleur propre, s'est trouvé au 11 $\frac{1}{4}$ terme environ de cette première période, qui multiplié par 545, nombre des années de chaque terme de cette période, donne 6131 ans $\frac{1}{4}$; en sorte que c'a été dans l'année 6132 de la formation des planètes que la chaleur envoyée par Saturne à son quatrième satellite s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce satellite.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a été au-dessous de celle que lui envoyoit Saturne dans l'année 6132 de la formation des planètes, et que Saturne ayant envoyé à ce satellite une chaleur 10024 $\frac{1}{2}$ fois plus grande que celle du Soleil, il lui en-

voyoit encore, à la fin de la première période de 13624 ans $\frac{2}{7}$, une chaleur 8938 $\frac{12}{25}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur de Saturne n'avoit diminué que de 25 à 22 $\frac{32}{65}$ pendant cette première période; et au bout d'une seconde période de 13624 ans $\frac{2}{7}$, après la déperdition de la chaleur propre de ce satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre, Saturne envoyoit encore à ce satellite une chaleur 7853 $\frac{1}{25}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 22 $\frac{19}{65}$ à 20 $\frac{48}{65}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de 2 $\frac{46}{65}$ par chaque période de 13624 ans $\frac{2}{7}$, diminue par conséquent sur son satellite de 1085 $\frac{18}{25}$ pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après quatre périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son quatrième satellite sera encore 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais comme cette chaleur du Soleil sur Saturne et sur ses satellites est à celle du Soleil sur la Terre :: 1 : 90 à très-peu près,

et que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité de chaleur 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre; et cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de quatre périodes de 13624 ans $\frac{2}{3}$ chacune, c'est-à-dire, au bout de 54498 ans $\frac{2}{3}$, la chaleur que Saturne a envoyée à son quatrième satellite étoit égale à la chaleur actuelle de la Terre, et que ce satellite, n'ayant plus aucune chaleur propre depuis long-temps, n'a pas laissé de jouir alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre.

Et comme cette chaleur envoyée par Saturne a considérablement prolongé le refroidissement de ce satellite au point de la température actuelle de la Terre, il le prolongera de même pendant quatre autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 108997 de la formation des planètes que ce quatrième satellite de Saturne sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation dans le temps de l'incandescence que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période, qui est de 13624 ans $\frac{2}{3}$, cette même chaleur du Soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du Soleil auroit en effet été de 1 an 204 jours; mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du satellite :: 111 $\frac{27}{361}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1361\frac{27}{361}}$ au commencement de cette période, et que

cette compensation, qui auroit été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la raison de 99 $\frac{1}{5}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne étoit encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{149\frac{1}{5}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{1361\frac{27}{361}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{149\frac{1}{5}}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{6014\frac{1}{14}}{361}}{203072\frac{4}{11}}$ ou $\frac{16\frac{238}{361}}{203072\frac{4}{11}}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{208\frac{7}{30}}{203072\frac{4}{11}}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du Soleil pendant cette première période; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensa-

tion totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{203072\frac{4}{11}}{208\frac{7}{30}}$ :: $13624\frac{2}{3}$: $\frac{2837109\frac{5}{6}}{5076809}$, ou :: 13624 ans $\frac{2}{3}$: 204 jours environ. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du Soleil, au lieu d'avoir été de 1 an 204 jours, n'a réellement été que de 204 jours.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite la chaleur du Soleil pendant toutes ces périodes, on trouvera que la compensation, dans le temps de l'incandescence, ayant été $\frac{\frac{4}{361}}{1361\frac{27}{361}}$, sera, à la fin de quatre périodes, $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces quatre périodes que la température de ce satellite sera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{361}}{1361\frac{27}{361}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces quatre périodes, on a $\frac{\frac{5644\frac{3}{11}}{361}}{68053\frac{4}{9}}$, ou $\frac{15\frac{229}{361}}{68053\frac{4}{9}}$, qui

multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{195 \frac{5}{6}}{68053 \frac{4}{9}}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant les quatre périodes de 13624 ans $\frac{2}{3}$ chacune; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation en même raison que le temps total de ces périodes est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{195 \frac{5}{6}}{68053 \frac{4}{9}}$ :: 54498 ans $\frac{2}{3}$: 6 ans 87 jours. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du Soleil sur ce satellite ne sera que de 6 ans 87 jours, qu'il faut ajouter aux 54498 ans $\frac{2}{3}$: d'où l'on voit que c'a été dans l'année 54505 de la formation des planètes que ce satellite a joui de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre, et qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire, que ce ne sera que dans l'année 109010 de la formation des planètes que sa température sera refroidie à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Enfin, faisant le même raisonnement pour le cinquième satellite de Saturne, que nous supposerons encore grand comme la Terre,

on verra qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 534 ans $\frac{13}{25}$, se refroidir au point d'en toucher la surface sans se brûler en 6239 ans $\frac{9}{16}$, et au point de la température actuelle de la Terre en 13624 ans $\frac{2}{3}$, et l'on trouvera de même que le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du Soleil n'a été que de 1 an 204 jours pour la première période de 13624 ans $\frac{2}{3}$.

Mais la chaleur de Saturne, qui, dans le temps de l'incandescence, étoit 25 fois plus grande que la chaleur actuelle de la Terre, n'avoit encore diminué, au bout de cette période de 13624 $\frac{2}{3}$, que de 25 à 22 $\frac{19}{65}$; et comme ce satellite est à 808 mille lieues de Saturne, et à 313 millions 500 mille lieues de distance du Soleil, la chaleur envoyée par Saturne, dans le temps de l'incandescence, à ce satellite, auroit été en raison du quarré de 313500000 au quarré de 808000, si la surface que présente Saturne à son cinquième satellite, étoit égale à la surface que lui présente le Soleil ; mais la surface de Saturne n'étant, dans le réel, que $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins plus grande à ce

satellite que celle de cet astre dans la raison inverse du quarré des distances. Ainsi l'on aura $(808000)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{4}}{11449} : 1185\frac{2}{3}$. Donc la surface que Saturne présente à ce satellite est $1186\frac{2}{3}$ fois plus grande que celle que lui présente le Soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite, n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, lorsqu'au bout de 13624 ans $\frac{2}{5}$ il se seroit refroidi, comme la Terre, au point de la température actuelle, et que, dans le temps de l'incandescence, la compensation par la chaleur du Soleil n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$; on aura donc $1186\frac{2}{2}$, multipliés par $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ ou $\frac{13\frac{53}{361}}{1250}$ pour la compensation dans le temps de l'incandescence, et $\frac{13\frac{53}{361}}{50}$ pour la compensation à la fin de cette première période, si Saturne eût conservé son état d'incandescence: mais comme sa chaleur propre a diminué de 25 à $23\frac{19}{65}$ pendant cette période de $13624\frac{2}{5}$, la

compensation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{13\frac{53}{367}}{50}$, n'a été que de $\frac{11\frac{37}{50}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{11\frac{37}{50}}{50}$ et $\frac{13\frac{53}{361}}{1250}$ du premier et du dernier temps de cette période, on aura $\frac{306\frac{417}{722}}{1250}$, lesquels étant multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{3832\frac{16}{45}}{1250}$, ou $3\frac{82\frac{1}{3}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne pendant cette première période; et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : 3\frac{82\frac{1}{3}}{1250} :: 13624\frac{2}{3} : 1670\frac{41}{50}$. Ainsi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de ce satellite pendant cette première période de $13624\frac{2}{3}$, a été de 1670 ans $\frac{43}{50}$, tandis que le prolongement du refroidissement par la chaleur du Soleil n'a été que de 1 an 204 jours. Ajoutant ces deux temps du prolongement du refroidissement au temps de la période, qui

est de 13624 ans $\frac{2}{3}$, on aura 15297 ans 30 jours environ : d'où l'on voit que ce seroit dans l'année 15298 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 59534 ans, que ce cinquième satellite de Saturne auroit joui de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Dans le commencement de la seconde période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, la chaleur de Saturne a fait compensation de $\frac{11\frac{37}{50}}{50}$, et auroit fait à la fin de cette même période une compensation de $\frac{293\frac{1}{2}}{50}$, si Saturne eût conservé son même état de chaleur ; mais comme sa chaleur propre a diminué pendant cette seconde période de 22 $\frac{19}{65}$ à 20 $\frac{48}{65}$, cette compensation, au lieu d'être $\frac{293\frac{1}{2}}{50}$, n'est que de $\frac{273\frac{3}{89}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{11\frac{37}{50}}{50}$ et $\frac{273\frac{3}{89}}{50}$ du premier et du dernier temps de cette seconde période, on aura $\frac{284\frac{3}{4}}{50}$ à très-peu près, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{3559}{50}$ ou

71 $\frac{9}{50}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne pendant cette seconde période; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 71 $\frac{9}{50}$ :: 13624 $\frac{2}{3}$: 38792 $\frac{19}{100}$. Ainsi le prolongement du temps pour le refroidissement de ce satellite par la chaleur de Saturne, ayant été de 1670 ans $\frac{43}{50}$ pour la première période, a été de 38792 ans $\frac{19}{100}$ pour la seconde.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce satellite, est au 4 $\frac{15}{58}$ terme à très-peu près de l'écoulement du temps dans cette seconde période, qui multiplié par 545, nombre des années de chaque terme de ces périodes, donne 2320 ans 346 jours, lesquels étant ajoutés aux 13624 ans 243 jours de la première période, donnent 15945 ans 224 jours. Ainsi c'a été dans l'année 15946 de la formation des planètes que la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite s'est trouvée égale à sa chaleur propre.

Dès lors on voit que la chaleur propre de

ce satellite a été au-dessous de celle que lui envoyoit Saturne dans l'année 15946 de la formation des planètes, et que Saturne ayant envoyé à ce satellite, dans le temps de l'incandescence, une chaleur 1186 $\frac{2}{3}$ fois plus grande que celle du Soleil, il lui envoyoit encore, à la fin de la première période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, une chaleur 1058 $\frac{21}{75}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur de Saturne n'avoit diminué que de 25 à 22 $\frac{19}{65}$ pendant cette première période; et au bout d'une seconde période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, après la déperdition de la chaleur propre de ce satellite, jusqu'à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre, Saturne envoyoit encore à ce satellite une chaleur 929 $\frac{13}{15}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 22 $\frac{19}{65}$ à 20 $\frac{48}{65}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, et qui décroît constamment de 2 $\frac{46}{65}$ par chaque période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, diminue par conséquent sur ce satellite de 128 $\frac{29}{75}$ pendant chacune de ces périodes.

Mais comme cette chaleur du Soleil sur

Saturne et sur ses satellites est à celle du Soleil sur la Terre :: 1 : 90, à très-peu près, et que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil, il s'ensuit que jamais Saturne n'a envoyé à ce satellite une chaleur égale à celle du globe de la Terre, puisque, dans le temps même de l'incandescence, cette chaleur envoyée par Saturne n'étoit que 1186 $\frac{2}{3}$ fois plus grande que celle du Soleil sur Saturne, c'est-à-dire, $\frac{1186\frac{2}{3}}{90}$ ou 13 $\frac{17}{90}$ fois plus grande que celle de la chaleur du Soleil sur la Terre, ce qui ne fait que $\frac{13\frac{17}{90}}{50}$ de la chaleur actuelle du globe de la Terre ; et c'est par cette raison qu'on doit s'en tenir à l'évaluation telle que nous l'avons faite ci-dessus dans la première et la seconde période du refroidissement de ce satellite.

Mais l'évaluation de la compensation faite par la chaleur du Soleil doit être faite comme celle des autres satellites, parce qu'elle dépend encore beaucoup de celle que la chaleur de Saturne a faite sur ce même satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur

propre du satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et qu'à la fin de cette même période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, cette même chaleur du Soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du Soleil auroit en effet été de 1 an 204 jours : mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du satellite :: $13\frac{53}{361}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, elle n'a été que de $\frac{\frac{4}{361}}{1263\frac{53}{361}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui auroit été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la même rai-

son de 11 $\frac{37}{50}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne étoit encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{61\frac{37}{50}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{1263\frac{53}{361}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{61\frac{37}{50}}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{5299\frac{6}{11}}{361}}{77987}$ ou $\frac{14\frac{2}{3}}{77987}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{183\frac{1}{3}}{77987}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{183\frac{1}{3}}{77987} :: 13624\frac{2}{3} : 1$ an 186 jours. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce

satellite par la chaleur du Soleil, au lieu d'avoir été de 1 an 204 jours, n'a réellement été que de 1 an 186 jours pendant la première période.

Dans la seconde période, la compensation étant au commencement $\frac{\frac{4}{361}}{61\frac{37}{50}}$, sera à la fin de cette même période $\frac{\frac{100}{361}}{60\frac{1}{3}}$, parce que la chaleur envoyée par Saturne pendant cette seconde période a diminué dans cette même raison.

Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{361}}{61\frac{37}{50}}$ et $\frac{\frac{100}{361}}{60\frac{1}{3}}$, on a $\frac{\frac{6415\frac{2}{3}}{361}}{3715}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{80196}{361}}{3715}$ ou $\frac{222\frac{54}{361}}{3715}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du Soleil pendant cette seconde période; et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidisse-

ment, on aura $25 : \frac{222\frac{54}{361}}{3715} :: 13624\frac{2}{3} : 32$ ans 214 jours. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du Soleil sera de 32 ans 214 jours pendant cette seconde période. Ajoutant donc ces deux temps, 1 an 186 jours et 32 ans 214 jours du prolongement du refroidissement par la chaleur du Soleil pendant la première et la seconde période, aux 1670 ans 313 jours du prolongement par la chaleur de Saturne pendant la première période, et aux 38792 ans 69 jours du prolongement par cette même chaleur de Saturne pour la seconde période, on a pour le prolongement total 40497 ans 52 jours, qui étant joints aux 27249 ans 121 jours des deux périodes, font en tout 67746 ans 173 jours : d'où l'on voit que c'a été dans l'année 67747 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 7085 ans, que ce cinquième satellite de Saturne a été refroidi au point de $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Voici donc, d'après nos hypothèses, l'ordre dans lequel la Terre, les planètes et leurs satellites se sont refroidies ou se refroidiront au point de la chaleur actuelle du globe ter-

restre, et ensuite au point d'une chaleur vingt-cinq fois plus petite que cette chaleur actuelle de la Terre.

Refroidies à la température actuelle.			Refroidies à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle.
		ans.	*ans.*
LA TERRE...........		en 74832.	En 168123.
LA LUNE............		en 16409.	En 72514.
MERCURE...........		en 54192.	En 187765.
VENUS...............		en 91643.	En 228540.
MARS................		en 28538.	En 60326.
JUPITER.............		en 240451.	En 483121.
SATELLITES DE JUPITER.	Le 1er	en 222203.	En 444406.
	Le 2d	en 193090.	En 386180.
	Le 3e	en 176212.	En 352424.
	Le 4e	en 70296.	En 140542.
SATURNE............		en 130821.	En 262020.
ANNEAU DE SATURNE		en 126473.	En 252496.
SATELLITES DE SATURNE.	Le 1er	en 124490.	En 248980.
	Le 2d	en 119607.	En 239214.
	Le 3e	en 111580.	En 223160.
	Le 4e	en 54505.	En 109010.
	Le 5e	en 15298.	En 67747.

Et à l'égard de la consolidation de la Terre, des planètes et de leurs satellites, et de leur refroidissement respectif, jusqu'au moment où leur chaleur propre auroit permis de les

toucher sans se brûler, c'est-à-dire, sans ressentir de la douleur, nous avons trouvé qu'abstraction faite de toute compensation, et ne faisant attention qu'à la déperdition de leur chaleur propre, les rapports de leur consolidation jusqu'au centre, et de leur refroidissement au point de pouvoir les toucher sans se brûler, sont dans l'ordre suivant :

Consolidées jusqu'au centre.		Refroidies à pouvoir les toucher.
	ans.	*ans.*
LA TERRE......	en 2905.	En 33911.
LA LUNE.......	en 556.	En 6492.
MERCURE......	en 19 6 $\frac{3}{10}$.	En 23054.
VENUS.........	en 3484 $\frac{22}{25}$.	En 40674.
MARS...........	en 1102 $\frac{18}{25}$.	En 12873.
JUPITER.......	en 9331.	En 108922.
SATELLIT. DE JUPITER. Le 1	en 231 $\frac{43}{125}$.	En 2690 $\frac{2}{5}$.
Le 2	en 282 $\frac{753}{1000}$.	En 3300 $\frac{67}{100}$.
Le 3	en 435 $\frac{51}{200}$.	En 5149 $\frac{11}{200}$.
Le 4	en 848 $\frac{1}{4}$.	En 9902.
SATURNE.......	en 5078.	En 59276.
AN. DE SATURNE	en 18 $\frac{17}{25}$.	En 217 $\frac{787}{1000}$.
SATELLIT. DE SATURNE. Le 1	en 145 $\frac{3}{4}$.	En 1701 $\frac{79}{125}$.
Le 2	en 178 $\frac{3}{25}$.	En 2079 $\frac{35}{62}$.
Le 3	en 277 $\frac{19}{25}$.	En 3244 $\frac{20}{31}$.
Le 4	en 534 $\frac{3}{25}$.	En 6239 $\frac{9}{16}$.
Le 5	en 534 $\frac{13}{25}$.	En 6239 $\frac{9}{16}$.

Ces rapports, quoique moins précis que ceux du refroidissement à la température actuelle, le sont néanmoins assez pour notre objet, et c'est par cette raison que je n'ai pas cru devoir prendre la même peine pour faire l'évaluation de toutes les compensations que la chaleur du Soleil, aussi-bien que celle de la Lune, et celle des satellites de Jupiter et de Saturne, ont pu faire à la perte de la chaleur propre de chaque planète, pour le temps nécessaire à leur consolidation jusqu'au centre. Comme ces temps ont précédé celui de l'établissement de la nature vivante, et que les prolongemens produits par les compensations dont nous venons de parler, ne sont pas d'un très-grand nombre d'années, cela devient indifférent aux vues que je me propose, et je me contenterai d'établir, par une simple règle de proportion, les rapports de ces prolongemens pour les temps nécessaires à la consolidation des planètes, et à leur refroidissement jusqu'au point de pouvoir les toucher : par exemple, on trouvera le temps de la consolidation de la Terre jusqu'au centre, en disant : La période de 74047 ans du temps nécessaire pour son refroidis-

sement à la température actuelle (abstraction faite de toute compensation) *est à la période* de 2905, temps nécessaire à la consolidation jusqu'au centre (abstraction faite aussi de toute compensation), *comme la période* 74832 de son refroidissement à la température actuelle, toute compensation évaluée, *est à* 2936 ans, temps réel de sa consolidation, toute compensation aussi comprise : et de même on dira : La période de 74047 du temps nécessaire pour le refroidissement de la Terre à la température actuelle (abstraction faite de toute compensation) *est à la période* de 33911 ans, temps nécessaire à son refroidissement au point de pouvoir la toucher (abstraction faite aussi de toute compensation), *comme la période* 74832 de son refroidissement a la temperature actuelle, toute compensation evaluée, *est à* 34270 ans $\frac{1}{2}$, temps réel de son refroidissement jusqu'au point de pouvoir la toucher, toute compensation évaluée.

On aura donc, dans la table suivante, l'ordre de ces rapports, que je joins à ceux indiqués ci-devant, pour le refroidissement à la température actuelle, et à $\frac{1}{25}$ de cette température.

Consolidées jusqu'au centre.	Refroidies à pouvoir les toucher.	Refroidies à la température actuelle.	Refroidies à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle.
	LA TERRE.		
ans.	*ans.*	*ans.*	*ans.*
En 2936.	En 34270 $\frac{1}{2}$.	En 74832.	En 168123.
	LA LUNE.		
En 644.	En 7515.	En 16409.	En 72514.
	MERCURE.		
En 2127.	En 24813.	En 54192.	En 187765.
	VÉNUS.		
En 3596.	En 41969.	En 91643.	En 228540.
	MARS.		
En 1130.	En 13034.	En 28538.	En 60326.
	JUPITER.		
En 9433.	En 110118.	En 240451.	En 483121.
	Ier SATELLITE.		
En 8886.	En 101376.	En 222203.	En 444406.
	IIe SATELLITE.		
En 7496.	En 87500.	En 193090.	En 386180.
	IIIe SATELLITE.		
En 6821.	En 80700.	En 176212.	En 352424.
	IVe SATELLITE.		
En 2758.	En 32194.	En 70296.	En 140542.
	SATURNE.		
En 5140.	En 59911.	En 130821.	En 262020.
	ANN. DE SATURNE.		
En 6558.	En 76512.	En 126473.	En 252946.
	Ier SATELLITE.		
En 4891.	En 57011.	En 124490.	En 248980.
	IIe SATELLITE.		
En 4688.	En 54774.	En 119607.	En 239214.
	IIIe SATELLITE.		
En 4533.	En 51108.	En 111580.	En 223160.

Consolidées jusqu'au centre.	Refroidies à pouvoir les toucher.	Refroidies à la température actuelle.	Refroidies à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle.
	IVe SATELLITE.		
ans.	*ans.*	*ans.*	*ans.*
En 2138.	En 24962.	En 54505.	En 109010.
	Ve SATELLITE.		
En 600.	En 7003.	En 15298.	En 67747.

Il ne manque à cette table, pour lui donner toute l'exactitude qu'elle peut comporter, que le rapport des densités des satellites à la densité de leur planète principale, que nous n'y avons pas fait entrer, à l'exception de la Lune, où cet élément est employé. Or, ne connoissant pas le rapport réel de la densité des satellites de Jupiter et des satellites de Saturne à leurs planètes principales, et ne connoissant que le rapport de la densité de la Lune à la Terre, nous nous fonderons sur cette analogie, et nous supposerons, en conséquence, que le rapport de la densité de Jupiter, ainsi que le rapport de la densité de Saturne, sont les mêmes que celui de la densité de la Terre à la densité de la Lune, qui est son satellite, c'est-à-dire, :: 1000 :

702 ; car il est très-naturel d'imaginer, d'après cet exemple que la Lune nous offre, que cette différence entre la densité de la Terre et de la Lune vient de ce que ce sont les parties les plus légères du globe terrestre qui s'en sont séparées dans le temps de la liquéfaction pour former la Lune : la vîtesse de la rotation de la Terre, étant de 9 mille lieues en 23 heures 56 minutes, ou de 6 $\frac{1}{4}$ lieues par minute, étoit suffisante pour projeter un torrent de la matière liquide la moins dense, qui s'est rassemblé, par l'attraction mutuelle de ses parties, à 85 mille lieues de distance, et y a formé le globe de la Lune, dans un plan parallèle à celui de l'équateur de la Terre. Les satellites de Jupiter et de Saturne, ainsi que son anneau, sont aussi dans un plan parallèle à leur équateur, et ont été formés de même par la force centrifuge, encore plus grande dans ces grosses planètes que dans le globe terrestre, puisque leur vîtesse de rotation est beaucoup plus grande. Et de la même manière que la Lune est moins dense que la Terre dans la raison de 702 à 1000, on peut présumer que les satellites de Jupiter

et ceux de Saturne sont moins denses que ces planètes dans cette même raison de 702 à 1000. Il faut donc corriger, dans la table précédente, tous les articles des satellites d'après ce rapport, et alors elle se présentera dans l'ordre suivant :

Table plus exacte des temps du refroidissement des planètes et de leurs satellites.

Consolidées jusqu'au centre.	Refroidies à pouvoir les toucher.	Refroidies à la température actuelle.	Refroidies à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle.
	LA TERRE.		
ans.	*ans.*	*ans.*	*ans.*
En 2936.	En 34270 $\frac{1}{2}$.	En 74832.	En 168123.
	LA LUNE.		
En 644.	En 7515.	En 16409.	En 72514.
	MERCURE.		
En 2127.	En 24813.	En 54192.	En 187765.
	VÉNUS.		
En 3596.	En 41969.	En 91643.	En 228540.
	MARS.		
En 1130.	En 13034.	En 28538.	En 60326.
	JUPITER.		
En 9433.	En 110118.	En 240451.	En 483121.
	SATELLIT. DE JUPITER.		
1 en 6238.	En 71166.	En 155986.	En 311973.
2 en 5262.	En 61425.	En 135549.	En 271098.
3 en 4788.	En 56651 $\frac{2}{3}$.	En 123700 $\frac{5}{6}$.	En 247401 $\frac{4}{6}$.
4 en 1936.	En 22600 $\frac{1}{3}$.	En 49348.	En 98696.
	SATURNE.		
En 5140.	En 59911.	En 130821.	En 262020.
	ANNEAU DE SATURNE.		
En 4604.	En 53711.	En 88784.	En 177568.
	SATELLIT. DE SATURNE.		
1 en 3433.	En 40021 $\frac{9}{25}$.	En 87392.	En 174784.
2 en 3291.	En 38451 $\frac{1}{3}$.	En 83964.	En 167928.
3 en 3182.	En 35878.	En 78329.	En 156658.
4 en 1502.	En 17523 $\frac{1}{3}$.	En 38262 $\frac{1}{2}$.	En 76525.
5 en 421 $\frac{1}{5}$.	En 4916.	En 10739.	En 47558.

En jetant un coup d'œil de comparaison sur cette table, qui contient le résultat de nos recherches et de nos hypothèses, on voit :

1°. Que le cinquième satellite de Saturne a été la première terre habitable, et que la nature vivante n'y a duré que depuis l'année 4916 jusqu'à l'année 47558 de la formation des planètes, en sorte qu'il y a long-temps que cette planète secondaire est trop froide pour qu'il puisse y subsister des êtres organisés semblables à ceux que nous connoissons :

2°. Que la Lune a été la seconde terre habitable, puisque son refroidissement au point de pouvoir en toucher la surface s'est fait en 7515 ans; et son refroidissement à la température actuelle s'étant fait en 16409 ans, il s'ensuit qu'elle a joui d'une chaleur convenable à la nature vivante peu d'années après les 7515 ans depuis la formation des planètes, et que par conséquent la nature organisée a pu y être établie dès ce temps, et que depuis cette année 7515 jusqu'à l'année 72514 la température de la Lune s'est refroidie jusqu'à $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre, en sorte que les êtres organisés n'ont pu y subsister que pendant 60 mille ans tout

au plus; et enfin qu'aujourd'hui, c'est-à-dire, depuis 2318 ans environ, cette planète est trop froide pour être peuplée de plantes et d'animaux :

3°. Que Mars a été la troisième terre habitable, puisque son refroidissement au point de pouvoir en toucher la surface s'est fait en 13034 ans; et son refroidissement à la température actuelle s'étant fait en 28538 ans, il s'ensuit qu'il a joui d'une chaleur convenable à la nature vivante peu d'années après les 13034, et que par conséquent la nature organisée a pu y être établie dès ce temps de la formation des planètes, et que, depuis cette année 13034 jusqu'à l'année 60326, la température s'est trouvée convenable à la nature des êtres organisés, qui par conséquent ont pu y subsister pendant 47292 ans; mais qu'aujourd'hui cette planète est trop refroidie pour être peuplée depuis plus de 14 mille ans :

4°. Que le quatrième satellite de Saturne a été la quatrième terre habitable, et que la nature vivante y a duré depuis l'année 17523 et durera tout au plus jusqu'à l'année 76526 de la formation des planètes; en sorte que

cette planète secondaire étant actuellement (c'est-à-dire, en 74832) beaucoup plus froide que la Terre, les êtres organisés ne peuvent y subsister que dans un état de langueur, ou même n'y subsistent plus :

5°. Que le quatrième satellite de Jupiter a été la cinquième terre habitable, et que la nature vivante y a duré depuis l'année 22600 et y durera jusqu'à l'année 98696 de la formation des planètes ; en sorte que cette planète secondaire est actuellement plus froide que la Terre, mais pas assez néanmoins pour que les êtres organisés ne puissent encore y subsister :

6°. Que Mercure a été la sixième terre habitable, puisque son refroidissement au point de pouvoir le toucher s'est fait en 24 mille 813 ans, et son refroidissement à la température actuelle en 54 mille 192 ans ; il s'ensuit donc qu'il a joui d'une chaleur convenable à la nature vivante peu d'années après les 24 mille 813 ans, et que par conséquent la nature organisée a pu y être établie dès ce temps, et que depuis cette année 24813 de la formation des planètes, jusqu'à l'année 187765, sa température s'est trouvée et se

trouvera convenable à la nature des êtres organisés, qui par conséquent ont pu et pourront encore y subsister pendant 162 mille 952 ans; en sorte qu'aujourd'hui cette planète peut être peuplée de tous les animaux et de toutes les plantes qui couvrent la surface de la Terre:

7°. Que le globe terrestre a été la septième terre habitable, puisque son refroidissement au point de pouvoir le toucher s'est fait en 34770 ans ½; et son refroidissement à la température actuelle s'étant fait en 74 mille 832 ans, il s'ensuit qu'il a joui d'une chaleur convenable à la nature vivante peu d'années après les 34 mille 770 ans ½, et que par conséquent la nature, telle que nous la connoissons, a pu y être établie dès ce temps, c'est-à-dire, il y a 40 mille 62 ans, et pourra encore y subsister jusqu'en l'année 168123, c'est-à-dire, pendant 93 mille 291 ans, à dater de ce jour:

8°. Que le troisième satellite de Saturne a été la huitième terre habitable, et que la nature vivante y a duré depuis l'année 35878 et y durera jusqu'à l'année 156658 de la formation des planètes; en sorte que cette

planète secondaire étant actuellement un peu plus chaude que la Terre, la nature organisée y est dans sa vigueur, et telle qu'elle étoit sur la Terre il y a trois ou quatre mille ans :

9°. Que le second satellite de Saturne a été la neuvième terre habitable, et que la nature vivante y a duré depuis l'année 38451 et y durera jusqu'à l'année 167928 de la formation des planètes ; en sorte que cette planète secondaire étant actuellement plus chaude que la Terre, la nature organisée y est dans sa pleine vigueur, et telle qu'elle étoit sur le globe terrestre il y a huit ou neuf mille ans :

10°. Que le premier satellite de Saturne a été la dixième terre habitable, et que la nature vivante y a duré depuis l'année 40020 et y durera jusqu'à l'année 174784 de la formation des planètes ; en sorte que cette planète secondaire étant actuellement considérablement plus chaude que le globe terrestre, la nature organisée y est dans sa première vigueur, et telle qu'elle étoit sur la Terre il y a douze à treize mille ans :

11°. Que Vénus a été la onzième terre habitable, puisque son refroidissement au point

de pouvoir la toucher s'est fait en 41 mille 969 ans; et son refroidissement à la température actuelle s'étant fait en 91 mille 643 ans, il s'ensuit qu'elle jouit actuellement d'une chaleur plus grande que celle dont nous jouissons, et à peu près semblable à celle dont jouissoient nos ancêtres il y a six ou sept mille ans, et que depuis cette année 41969, ou quelque temps après, la nature organisée a pu y être établie, et que jusqu'à l'année 228540 elle pourra y subsister; en sorte que la durée de la nature vivante, dans cette planète, a été et sera de 186 mille 571 ans:

12°. Que l'anneau de Saturne a été la douzième terre habitable, et que la nature vivante y est établie depuis l'année 53711 et y durera jusqu'à l'année 177568 de la formation des planètes; en sorte que cet anneau étant beaucoup plus chaud que le globe terrestre, la nature organisée y est dans sa première vigueur, telle qu'elle étoit sur la Terre il y a treize à quatorze mille ans:

13°. Que le troisième satellite de Jupiter a été la treizième terre habitable, et que la nature vivante y est établie depuis l'année

56651 et y durera jusqu'en l'année 246401 de la formation des planètes; en sorte que cette planète secondaire étant de beaucoup plus chaude que la Terre, la nature organisée ne fait que commencer de s'y établir :

14°. Que Saturne a été la quatorzième terre habitable, puisque son refroidissement au point de pouvoir le toucher s'est fait en 59 mille 911 ans; et son refroidissement à la température actuelle devant se faire en 130 mille 821 ans, il s'ensuit que la nature vivante a pu y être établie peu de temps après cette année 59911 de la formation des planètes, et que par conséquent elle y a subsisté et pourra y subsister encore jusqu'en l'année 262020; en sorte que la nature vivante y est actuellement dans sa première vigueur, et pourra durer dans cette grosse planète pendant 262 mille 20 ans :

15°. Que le second satellite de Jupiter a été la quinzième terre habitable, et que la nature vivante y est établie depuis l'année 61425, c'est-à-dire, depuis 13 mille 407 ans, et qu'elle y durera jusqu'à l'année 271098 de la formation des planètes :

16°. Que le premier satellite de Jupiter a

été la seizième terre habitable, et que la nature vivante y est établie depuis l'année 71166, c'est-à-dire, depuis 3 mille 666 ans, et qu'elle y durera jusqu'en l'année 311973 de la formation des planètes :

17°. Enfin que Jupiter est le dernier des globes planétaires sur lequel la nature vivante pourra s'établir. Nous devons donc conclure, d'après ce résultat général de nos recherches, que des dix-sept corps planétaires, il y en a en effet trois, savoir, le cinquième satellite de Saturne, la Lune et Mars, où notre nature seroit gelée; un seul, savoir, Jupiter, où la nature vivante n'a pu s'établir jusqu'à ce jour, par la raison de la trop grande chaleur encore subsistante dans cette grosse planète; mais que dans les treize autres, savoir, le quatrième satellite de Saturne, le quatrième satellite de Jupiter, Mercure, le globe terrestre, le troisième, le second et le premier satellite de Saturne, Vénus, l'anneau de Saturne, le troisième satellite de Jupiter, Saturne, le second et le premier satellite de Jupiter, la chaleur, quoique de degrés très-différens, peut néanmoins convenir actuellement à l'existence des êtres

organisés, et on peut croire que tous ces vastes corps sont, comme le globe terrestre, couverts de plantes et même peuplés d'êtres sensibles, à peu près semblables aux animaux de la Terre. Nous démontrerons ailleurs, par un grand nombre d'observations rapprochées, que, dans tous les lieux où la température est la même, on trouve non seulement les mêmes espèces de plantes, les mêmes espèces d'insectes, les mêmes espèces de reptiles, sans les y avoir portées, mais aussi les mêmes espèces de poissons, les mêmes espèces de quadrupèdes, les mêmes espèces d'oiseaux, sans qu'ils y soient allés; et je remarquerai en passant qu'on s'est souvent trompé en attribuant à la migration et au long voyage des oiseaux les espèces de l'Europe qu'on trouve en Amérique ou dans l'orient de l'Asie, tandis que ces oiseaux d'Amérique et d'Asie, tout-à-fait semblables à ceux de l'Europe, sont nés dans leur pays, et ne viennent pas plus chez nous que les nôtres ne vont chez eux. La même température nourrit, produit par-tout les mêmes êtres; mais cette vérité générale sera démontrée plus en détail dans quelques uns des articles suivans.

On pourra remarquer, 1°. que l'anneau de Saturne a été presque aussi long-temps à se refroidir aux points de la consolidation et du refroidissement à pouvoir le toucher, que Saturne même; ce qui ne paroît pas vrai ni vraisemblable, puisque cet anneau est fort mince, et que Saturne est d'une épaisseur prodigieuse en comparaison : mais il faut faire attention d'abord à l'immense quantité de chaleur que cette grosse planète envoyoit dans les commencemens à son anneau, et qui, dans le temps de l'incandescence, étoit plus grande que celle de cet anneau, quoiqu'il fût aussi lui-même dans cet état d'incandescence, et que par conséquent le temps nécessaire à sa consolidation a dû être prolongé de beaucoup par cette première cause.

2°. Que quoique Saturne fût lui-même consolidé jusqu'au centre en 5 mille 140 ans, il n'a cessé d'être rouge et très-brûlant que plusieurs siècles après, et que par conséquent il a encore envoyé, dans les siècles postérieurs à sa consolidation, une quantité prodigieuse de chaleur à son anneau; ce qui a dû prolonger son refroidissement dans la proportion que nous avons établie. Seulement il

faut convenir que les périodes du refroidissement de Saturne au point de la consolidation et du refroidissement à pouvoir le toucher sont trop courtes, parce que nous n'avons pas fait l'estimation de la chaleur que son anneau et ses satellites lui ont envoyée, et que cette quantité de chaleur que nous n'avons pas estimée, ne laisse pas d'être considérable : car l'anneau, comme très-grand et très-voisin, envoyoit à Saturne dans le commencement, non seulement une partie de sa chaleur propre, mais encore il lui réfléchissoit une grande portion de celle qu'il en recevoit; en sorte que je crois qu'on pourroit, sans se tromper, augmenter d'un quart le temps de la consolidation de Saturne, c'est-à-dire, assigner 6 mille 857 ans pour sa consolidation jusqu'au centre, et de même augmenter d'un quart les 59 mille 911 ans que nous avons indiqués pour son refroidissement au point de le toucher, ce qui donne 79 mille 881 ans; en sorte que ces deux termes peuvent être substitués dans la table générale aux deux premiers.

Il est de même très-certain que le temps du refroidissement de Saturne au point de

la température actuelle de la Terre, qui est de 130 mille 821 ans, doit, par les mêmes raisons, être augmenté non pas d'un quart, mais peut-être d'un huitième, et que cette période, au lieu d'être de 130 mille 821 ans, pourroit être de 147 mille 173 ans.

On doit aussi augmenter un peu les périodes du refroidissement de Jupiter, parce que ses satellites lui ont envoyé une portion de leur chaleur propre, et en même temps une partie de celle que Jupiter leur envoyoit : en estimant un dixième le prolongement que cette addition de chaleur a pu faire aux trois premières périodes du refroidissement de Jupiter, il ne se sera consolidé jusqu'au centre qu'en 10 mille 376 ans, et ne se refroidira au point de pouvoir le toucher qu'en 121 mille 129 ans, et au point de la température actuelle de la Terre en 264 mille 506 ans.

Je n'admets qu'un assez petit nombre d'années entre le point où l'on peut commencer à toucher sans se brûler les différens globes, et celui où la chaleur cesse d'être offensante pour les êtres sensibles : car j'ai fait cette estimation d'après les expériences

très-souvent réitérées dans mon second Mémoire, par lesquelles j'ai reconnu qu'entre le point auquel on peut, pendant une demi-seconde, tenir un globe sans se brûler, et le point où on peut le manier long-temps et où sa chaleur nous affecte d'une manière douce et convenable à notre nature, il n'y a qu'un intervalle assez court ; en sorte, par exemple, que s'il faut 20 minutes pour refroidir un globe au point de pouvoir le toucher sans se brûler, il ne faut qu'une minute de plus pour qu'on puisse le manier avec plaisir. Dès lors, en augmentant d'un vingtième les temps nécessaires au refroidissement des globes planétaires, au point de pouvoir les toucher, on aura plus précisément les temps de la naissance de la nature dans chacun, et ces temps seront dans l'ordre suivant :

Date de la formation des planètes... 74832 ans.

Commencement, fin et durée de l'existence de la nature organisée dans chaque planète.

Commencement.		Fin.	Durée absolue.	Durée à dater de ce jour.
	De la format. des planètes.	De la format. des planètes.	*ans.*	*ans.*
V. Satel. de Sat.	5161.	47558.	42389.	0.
LA LUNE.	7890.	72514.	64624.	0.
MARS.	13685.	60326.	56641.	0.
IV. Satel. de Sat.	18399.	76525.	58126.	1693.
IV. Satel. de Jup.	23730.	98695.	74966.	23864.
MERCURE.	26053.	187765.	161712.	112933.
LA TERRE.	35983.	168123.	132140.	93291.
III. Satel. de Sat.	37672.	156658.	118986.	81826.
II. Satel. de Sat.	40373.	167928.	127655.	93096.
I. Satel. de Sat.	42021.	174784.	132763.	99952.
VÉNUS.	44067.	228540.	184473.	153708.
Ann. de Saturne	56396.	177568.	121172.	102736.
III. satel. de Jup.	59483.	247401.	187918.	172569.
SATURNE.	62906.	262020.	199114.	187188.
II. Satel. de Jup.	64496.	271098.	206602.	796266.
I. Satel. de Jup.	74724.	311973.	237249.	237141.
JUPITER.	115623.	483121.	367498.	

D'après ce dernier tableau, qui approche le plus de la vérité, on voit:

1°. Que la nature organisée, telle que nous la connoissons, n'est point encore née dans Jupiter, dont la chaleur est trop grande encore aujourd'hui pour pouvoir en toucher la surface, et que ce ne sera que dans 40 mille 791 ans que les vivans pourroient y subsister, mais qu'ensuite s'ils y étoient établis, ils dureroient 367 mille 498 ans dans cette grosse planète;

2°. Que la nature vivante, telle que nous la connoissons, est éteinte dans le cinquième satellite de Saturne depuis 27 mille 274 ans, dans Mars depuis 14 mille 506 ans, et dans la Lune depuis 2318 ans;

3°. Que la nature est prête à s'éteindre dans le quatrième satellite de Saturne, puisqu'il n'y a plus que 1693 ans pour arriver au point extrême de la plus petite chaleur nécessaire au maintien des êtres organisés;

4°. Que la nature vivante est foible dans le quatrième satellite de Jupiter, quoiqu'elle puisse y subsister encore pendant 23 mille 864 ans;

5°. Que sur la planète de Mercure, sur la

Terre, sur le troisième, sur le second et sur le premier satellite de Saturne, sur la planète de Vénus, sur l'anneau de Saturne, sur le troisième satellite de Jupiter, sur la planète de Saturne, sur le second et sur le premier satellite de Jupiter, la nature vivante est actuellement en pleine existence, et que par conséquent tous ces corps planétaires peuvent être peuplés comme le globe terrestre.

Voilà mon résultat général et le but auquel je me proposois d'atteindre. On jugera par la peine que m'ont donnée ces recherches *, et par le grand nombre d'expériences préliminaires qu'elles exigeoient, combien je dois être persuadé de la probabilité de mon hypothèse sur la formation des planètes : et pour qu'on ne me croie pas persuadé sans

* Les calculs que supposoient ces recherches sont plus longs que difficiles, mais assez délicats pour qu'on puisse se tromper. Je ne me suis pas piqué d'une exactitude rigoureuse, parce qu'elle n'auroit produit que de légères différences, et qu'elle m'auroit pris beaucoup de temps que je pouvois mieux employer. Il m'a suffi que la méthode que j'ai suivie fût exacte, et que mes raisonnemens fussent

raison, et même sans de très-fortes raisons, je vais exposer, dans le Mémoire suivant, les motifs de ma persuasion, en présentant les faits et les analogies sur lesquels j'ai fondé mes opinions, établi l'ordre de mes raisonnemens, suivi les inductions que l'on en doit déduire, et enfin tiré la conséquence générale de l'existence réelle des êtres organisés et sensibles dans tous les corps du systême solaire, et l'existence plus que probable de ces mêmes êtres dans tous les autres corps qui composent les systêmes des autres Soleils; ce qui augmente et multiplie presque à l'infini l'étendue de la nature vivante, et élève en même temps le plus grand de tous les monumens à la gloire du Créateur.

clairs et conséquens : c'est là tout ce que j'ai prétendu. Mon hypothèse sur la liquéfaction de la Terre et des planètes m'a paru assez fondée pour prendre la peine d'en évaluer les effets, et j'ai cru devoir donner en détail ces évaluations comme je les ai trouvées, afin que s'il s'est glissé dans ce long travail quelques fautes de calcul ou d'inattention, mes lecteurs soient en état de les corriger eux-mêmes.

SECOND MÉMOIRE.

Fondemens des recherches précédentes sur la température des planètes.

L'HOMME nouveau n'a pu voir et l'homme ignorant ne voit encore aujourd'hui la nature et l'étendue de l'univers que par le simple rapport de ses yeux ; la Terre est pour lui un solide d'un volume sans bornes, d'une étendue sans limites, dont il ne peut qu'avec peine parcourir de petits espaces superficiels, tandis que le Soleil, les planètes et l'immensité des cieux, ne lui présentent que des points lumineux, dont le Soleil et la Lune lui paroissent être les seuls objets dignes de fixer ses regards. A cette fausse idée sur l'étendue de la nature et sur les proportions de l'univers, s'est bientôt joint le sentiment encore plus disproportionné de la prétention. L'homme, en se comparant aux autres êtres terrestres, s'est trouvé le premier : dès lors il a cru que tous étoient faits pour lui ; que

la Terre même n'avoit été créée que pour lui servir de domicile, et le Ciel de spectacle; qu'enfin l'univers entier devoit se rapporter à ses besoins et même à ses plaisirs. Mais, à mesure qu'il a fait usage de cette lumière divine qui seule anoblit son être, à mesure que l'homme s'est instruit, il a été forcé de rabattre de plus en plus de ces prétentions; il s'est vu rapetisser en même raison que l'univers s'agrandissoit, et il lui est aujourd'hui bien évidemment démontré que cette Terre qui fait tout son domaine, et sur laquelle il ne peut malheureusement subsister sans querelle et sans trouble, est à proportion tout aussi petite pour l'univers que lui-même l'est pour le Créateur. En effet, il n'est plus possible de douter que cette même Terre si grande et si vaste pour nous ne soit une assez médiocre planète, une petite masse de matière qui circule avec les autres autour du Soleil; que cet astre de lumière et de feu ne soit plus de douze cent mille fois plus gros que le globe de la Terre, et que sa puissance ne s'étende à tous les corps qu'il fléchit autour de lui; en sorte que notre globe en étant éloigné de trente-trois millions de lieues

au moins, la planète de Saturne se trouve à plus de trois cent treize millions des mêmes lieues : d'où l'on ne peut s'empêcher de conclure que l'étendue de l'empire du Soleil, ce roi de la nature, ne soit une sphère dont le diamètre est de six cent vingt-sept millions de lieues, tandis que celui de la Terre n'est que de deux mille huit cent soixante-cinq ; et si l'on prend le cube de ces deux nombres, on se démontrera que la Terre est plus petite, relativement à cet espace, qu'un grain de sable ne l'est relativement au volume entier du globe.

Néanmoins la planète de Saturne, quoique la plus éloignée du Soleil, n'est pas encore à beaucoup près sur les confins de son empire. Les limites en sont beaucoup plus reculées, puisque les comètes parcourent, au-delà de cette distance, des espaces encore plus grands que l'on peut estimer par la période du temps de leurs révolutions. Une comète qui, comme celle de l'année 1680, circule autour du Soleil en 575 ans, s'éloigne de cet astre 15 fois plus que Saturne n'en est distant ; car le grand axe de son orbite est 138 fois plus grand que la distance de la Terre au Soleil. Dès lors on

doit augmenter encore l'étendue de la puissance solaire de 15 fois la distance du Soleil à Saturne, en sorte que tout l'espace dans lequel sont comprises les planètes, n'est qu'une petite province du domaine de cet astre, dont les bornes doivent être posées au moins à 138 fois la distance du Soleil à la Terre, c'est-à-dire, à 138 fois 33 ou 34 millions de lieues.

Quelle immensité d'espace! et quelle quantité de matière! car, indépendamment des planètes, il existe probablement quatre ou cinq cents comètes, peut-être plus grosses que la Terre, qui parcourent en tous sens les différentes régions de cette vaste sphère, dont le globe terrestre ne fait qu'un point, une unité sur 191,201,612,985,514,272,000, quantité que ces nombres représentent, mais que l'imagination ne peut atteindre ni saisir. N'en voilà-t-il pas assez pour nous rendre, nous, les nôtres, et notre grand domicile, plus petits que des atomes?

Cependant cette énorme étendue, cette sphère si vaste, n'est encore qu'un très-petit espace dans l'immensité des cieux; chaque étoile fixe est un soleil, un centre d'une

sphère tout aussi vaste ; et comme on en compte plus de deux mille qu'on apperçoit à la vue simple, et qu'avec les lunettes on en découvre un nombre d'autant plus grand que ces instrumens sont plus puissans, l'étendue de l'univers entier paroît être sans bornes, et le systême solaire ne fait plus qu'une province de l'empire universel du Créateur, empire infini comme lui.

Sirius, étoile fixe la plus brillante, et que par cette raison nous pouvons regarder comme le soleil le plus voisin du nôtre, ne donnant à nos yeux qu'une seconde de parallaxe annuelle sur le diamètre entier de l'orbe de la Terre, est à 6771770 millions de lieues de distance de nous, c'est-à-dire, à 6767216 millions des limites du systême solaire, telles que nous les avons assignées d'après la profondeur à laquelle s'enfoncent les comètes dont la période est la plus longue. Supposant donc qu'il ait été départi à Sirius un espace égal à celui qui appartient à notre Soleil, on voit qu'il faut encore reculer les limites de notre systême solaire de 742 fois plus qu'il ne l'est déja jusqu'à l'aphélie de la comète, dont l'énorme distance au Soleil n'est néan-

moins qu'une unité sur 742 du demi-diamètre total de la sphère entière du système solaire *.

* Distance de la Terre au Soleil.	33 millions de lieues.
Distance de Saturne au Soleil.	313 millions.
Distance de l'aphélie de la comète au Soleil. .	4554 millions.
Distance de Sirius au Soleil.	6771770 millions.
Distance de Sirius au point de l'aphélie de la comète, en supposant qu'en remontant du Soleil, la comète ait pointé directement vers Sirius (supposition qui diminue la distance autant qu'il est possible).	6767216 millions.
Moitié de la distance de Sirius au Soleil, ou profondeur du systême solaire et du systême sirien.	3385885 millions.
Étendue au-delà des limites de l'aphélie des comètes.	3381331 millions.

Ainsi, quand même il existeroit des comètes dont la période de révolution seroit double, triple et même décuple de la période de 575

Ce qui étant divisé par la distance de l'aphélie de la comète, donne.	$742\frac{1}{2}$ environ.

On peut encore d'une autre manière se former une idée de cette distance immense de Sirius à nous, en se rappelant que le disque du Soleil forme à nos yeux un angle de 32 minutes, tandis que celui de Sirius n'en fait pas un d'une seconde; et Sirius étant un soleil comme le nôtre, que nous supposerons d'une égale grandeur, puisqu'il n'y a pas plus de raison de le supposer plus grand que plus petit, il nous paroîtroit aussi grand que le Soleil s'il n'étoit qu'à la même distance. Prenant donc deux nombres proportionnels au quarré de 32 minutes et au quarré d'une seconde, on aura 3686400 pour la distance de la Terre à Sirius, et 1 pour sa distance au Soleil; et comme cette unité vaut 33 millions de lieues, on voit à combien de milliars de lieues Sirius est loin de nous, puisqu'il faut multiplier ces 33 millions par 3686400; et si nous divisons l'espace entre ces deux soleils voisins, quoique si fort éloignés, nous verrons que les comètes pourroient s'éloigner à une distance dix-huit cent mille fois plus grande que celle de la Terre au Soleil, sans sortir des limites de l'univers solaire, et sans subir par conséquent d'autres lois que celle de notre Soleil; et de là on peut conclure que le

ans, la plus longue qui nous soit connue; quand les comètes en conséquence pourroient s'enfoncer à une profondeur dix fois plus grande, il y auroit encore un espace 74 ou 75 fois plus profond pour arriver aux derniers confins tant du systême solaire que du systême

systême solaire a pour diamètre une étendue qui, quoique prodigieuse, ne fait néanmoins qu'une très-petite portion des cieux, et l'on en doit inférer une vérité peu connue, c'est que de tous les points de l'univers planétaire, c'est-à-dire, que du Soleil, de la Terre et de toutes les autres planètes, le Ciel doit paroître le même.

Lorsque dans une belle nuit l'on considère tous ces feux dont brille la voûte céleste, on imagineroit qu'en se transportant dans une autre planète plus éloignée du Soleil que ne l'est la Terre, on verroit ces astres étincelans grandir et répandre une lumière plus vive, puisqu'on les verroit de plus près. Néanmoins l'espèce de calcul que nous venons de faire, démontre que quand nous serions placés dans Saturne, c'est-à-dire, neuf ou dix fois plus loin de notre Soleil, et 300 millions de lieues plus près de Sirius, il ne nous paroîtroit plus gros que d'une 194021[e] partie, augmentation qui seroit absolument insensible: d'où l'on doit conclure que le Ciel a, pour toutes les planètes, le même aspect que pour la Terre.

sirien ; en sorte qu'en donnant à Sirius autant de grandeur et de puissance qu'en a notre Soleil, et supposant dans son système autant ou plus de corps cométaires qu'il n'existe de comètes dans le système solaire, Sirius les régira comme le Soleil régit les siens, et il restera de même un intervalle immense entre les confins des deux empires; intervalle qui ne paroît être qu'un désert dans l'espace, et qui doit faire soupçonner qu'il existe des corps cométaires dont les périodes sont plus longues et qui parviennent à une beaucoup plus grande distance que nous ne pouvons le déterminer par nos connoissances actuelles. Il se pourroit aussi que Sirius fût un soleil beaucoup plus grand et plus puissant que le nôtre; et si cela étoit, il faudroit reculer d'autant les bornes de son domaine en les rapprochant de nous, et rétrécir en même raison la circonférence de celui du Soleil.

On ne peut s'empêcher de présumer en effet que dans ce très-grand nombre d'étoiles fixes qui toutes sont autant de soleils, il n'y en ait de plus grands et de plus petits que le nôtre, d'autres plus ou moins lumi-

neux, quelques uns plus voisins qui nous sont représentés par ces astres que les astronomes appellent *étoiles de la première grandeur,* et beaucoup d'autres plus éloignés qui, par cette raison, nous paroissent plus petits : les étoiles qu'ils appellent *nébuleuses,* semblent manquer de lumière et de feu, et n'être, pour ainsi dire, allumées qu'à demi; celles qui paroissent et disparoissent alternativement, sont peut-être d'une forme applatie par la violence de la force centrifuge dans leur mouvement de rotation : on voit ces soleils lorsqu'ils montrent leur grande face, et ils disparoissent toutes les fois qu'ils se présentent de côté. Il y a dans ce grand ordre de choses, et dans la nature des astres, les mêmes variétés, les mêmes différences en nombre, grandeur, espace, mouvement, forme et durée; les mêmes rapports, les mêmes degrés, les mêmes nuances qui se trouvent dans tous les autres ordres de la création.

Chacun de ces soleils étant doué comme le nôtre, et comme toute matière l'est, d'une puissance attractive, qui s'étend à une distance indéfinie, et décroît comme l'espace

augmente, l'analogie nous conduit à croire qu'il existe dans la sphère de chacun de ces astres lumineux un grand nombre de corps opaques, planètes ou comètes, qui circulent autour d'eux, mais que nous n'appercevons jamais que par l'œil de l'esprit, puisqu'étant obscurs et beaucoup plus petits que les soleils qui leur servent de foyer, ils sont hors de la portée de notre vue, et même de tous les arts qui peuvent l'étendre ou la perfectionner.

On pourroit donc imaginer qu'il passe quelquefois des comètes d'un systême dans l'autre, et que s'il s'en trouve sur les confins des deux empires, elles seront saisies par la puissance prépondérante, et forcées d'obéir aux lois d'un nouveau maître. Mais, par l'immensité de l'espace qui se trouve au-delà de l'aphélie de nos comètes, il paroît que le souverain ordonnateur a séparé chaque systême par des déserts mille et mille fois plus vastes que toute l'étendue des espaces fréquentés. Ces déserts, dont les nombres peuvent à peine sonder la profondeur, sont les barrières éternelles, invincibles, que toutes les forces de la nature créée ne

peuvent franchir ni surmonter. Il faudroit, pour qu'il y eût communication d'un systême à l'autre, et pour que les sujets d'un empire pussent passer dans un autre, que le siége du trône ne fût pas immobile; car l'étoile fixe, ou plutôt le Soleil, le roi de ce systême, changeant de lieu, entraîneroit à sa suite tous les corps qui dépendent de lui, et pourroit dès lors s'approcher et même s'emparer du domaine d'un autre. Si sa marche se trouvoit dirigée vers un astre plus foible, il commenceroit par lui enlever les sujets de ses provinces les plus éloignées, ensuite ceux des provinces intérieures; il les forceroit tous à augmenter son cortége en circulant autour de lui; et son voisin dès lors dénué de ses sujets, n'ayant plus ni planètes ni comètes, perdroit en même temps sa lumière et son feu, que leur mouvement seul peut exciter et entretenir : dès lors cet astre isolé, n'étant plus maintenu dans sa place par l'équilibre des forces, seroit contraint de changer de lieu en changeant de nature, et, devenu corps obscur, obéiroit comme les autres à la puissance du conquérant, dont le feu augmenteroit à proportion du nombre de ses conquêtes.

Car que peut-on dire sur la nature du Soleil, sinon que c'est un corps d'un prodigieux volume, une masse énorme de matière pénétrée de feu, qui paroît subsister sans aliment comme dans un métal fondu, ou dans un corps solide en incandescence? et d'où peut venir cet état constant d'incandescence, cette production toujours renouvelée d'un feu dont la consommation ne paroît entretenue par aucun aliment, et dont la déperdition est nulle ou du moins insensible, quoique constante depuis un si grand nombre de siècles? Y a-t-il, peut-il même y avoir une autre cause de la production et du maintien de ce feu permanent, sinon le mouvement rapide de la forte pression de tous les corps qui circulent autour de ce foyer commun, qui l'échauffent et l'embrasent, comme une roue rapidement tournée embrase son aissieu? La pression qu'ils exercent en vertu de leur pesanteur, équivaut au frottement, et même est plus puissante, parce que cette pression est une force pénétrante qui frotte non seulement la surface extérieure, mais toutes les parties intérieures de la masse; la rapidité de leur mouvement est si grande, que

le frottement acquiert une force presque infinie, et met nécessairement toute la masse de l'aissieu dans un état d'incandescence, de lumière, de chaleur et de feu, qui dès lors n'a pas besoin d'aliment pour être entretenu, et qui, malgré la déperdition qui s'en fait chaque jour par l'émission de la lumière, peut durer des siècles de siècles sans atténuation sensible, les autres soleils rendant au nôtre autant de lumière qu'il leur en envoie, et le plus petit atome de feu ou d'une matière quelconque ne pouvant se perdre nulle part dans un systême où tout s'attire.

Si de cette esquisse du grand tableau des cieux, que je n'ai tâché de tracer que pour me représenter la proportion des espaces et celle du mouvement des corps qui les parcourent; si de ce point de vue auquel je ne me suis élevé que pour voir plus clairement combien la nature doit être multipliée dans les différentes régions de l'univers, nous descendons à cette portion de l'espace qui nous est mieux connue, et dans laquelle le Soleil exerce sa puissance, nous reconnoîtrons que, quoiqu'il régisse par sa force tous les corps

qui s'y trouvent, il n'a pas néanmoins la puissance de les vivifier, ni même celle d'y entretenir la végétation et la vie.

Mercure, qui, de tous les corps circulant autour du Soleil, en est le plus voisin, n'en reçoit néanmoins qu'une chaleur $\frac{10}{8}$ fois plus grande que celle que la Terre en reçoit, et cette chaleur $\frac{10}{8}$ fois plus grande que la chaleur envoyée du Soleil à la Terre, bien loin d'être brûlante comme on l'a toujours cru, ne seroit pas assez grande pour maintenir la pleine vigueur de la nature vivante; car la chaleur actuelle du Soleil sur la Terre n'étant que $\frac{1}{50}$ de celle de la chaleur propre du globe terrestre, celle du Soleil sur Mercure est par conséquent $\frac{10}{400}$ ou $\frac{1}{8}$ de la chaleur actuelle de la Terre. Or, si l'on diminuoit des trois quarts et demi la chaleur qui fait aujourd'hui la température de la Terre, il est sûr que la nature vivante seroit au moins bien engourdie, supposé qu'elle ne fût pas éteinte. Et puisque le feu du Soleil ne peut pas seul maintenir la nature organisée dans la planète la plus voisine, combien, à plus forte raison, ne s'en faut-il pas qu'il puisse vivifier celles qui en sont plus

éloignées ! Il n'envoie à Vénus qu'une chaleur $\frac{50}{2\frac{1}{50}}$ fois plus grande que celle qu'il envoie à la Terre ; et cette chaleur $\frac{50}{2\frac{1}{50}}$ fois plus grande que celle du Soleil sur la Terre, bien loin d'être assez forte pour maintenir la nature vivante, ne suffiroit certainement pas pour entretenir la liquidité des eaux, ni peut-être même la fluidité de l'air, puisque notre température actuelle se trouveroit refroidie à $\frac{1}{49}$ ou à $\frac{1}{24\frac{1}{2}}$; ce qui est tout près du terme $\frac{1}{25}$, que nous avons donné comme la limite extrême de la plus petite chaleur, relativement à la nature vivante. Et à l'égard de Mars, de Jupiter, de Saturne et de tous leurs satellites, la quantité de chaleur que le Soleil leur envoie est si petite en comparaison de celle qui est nécessaire au maintien de la nature, qu'on pourroit la regarder comme de nul effet, sur-tout dans les deux plus grosses planètes, qui néanmoins paroissent être les objets essentiels du système solaire.

Toutes les planètes, sans même en excepter

Mercure, seroient donc et auroient toujours été des volumes aussi grands qu'inutiles d'une matière plus que brute, profondément gelée, et par conséquent des lieux inhabités de tous les temps, inhabitables à jamais si elles ne renfermoient pas au-dedans d'elles-mêmes des trésors d'un feu bien supérieur à celui qu'elles reçoivent du Soleil. Cette quantité de chaleur que notre globe possède en propre, et qui est 50 fois plus grande que la chaleur qui lui vient du Soleil, est en effet le trésor de la nature, le vrai fonds du feu qui nous anime, ainsi que tous les êtres : c'est cette chaleur intérieure de la Terre qui fait tout germer, tout éclore ; c'est elle qui constitue l'élément du feu proprement dit, élément qui seul donne le mouvement aux autres élémens, et qui, s'il étoit réduit à $\frac{1}{50}$, ne pourroit vaincre leur résistance, et tomberoit lui-même dans l'inertie. Or cet élément, le seul actif, le seul qui puisse rendre l'air fluide, l'eau liquide, et la terre pénétrable, n'auroit-il été donné qu'au seul globe terrestre? L'analogie nous permet-elle de douter que les autres planètes ne contiennent de même une quantité de chaleur qui leur

20

appartient en propre, et qui doit les rendre capables de recevoir et de maintenir la nature vivante? N'est-il pas plus grand, plus digne de l'idée que nous devons avoir du Créateur, de penser que par-tout il existe des êtres qui peuvent le connoître et célébrer sa gloire, que de dépeupler l'univers, à l'exception de la Terre, et de le dépouiller de tous êtres sensibles, en le réduisant à une profonde solitude, où l'on ne trouveroit que le désert de l'espace, et les épouvantables masses d'une matière entièrement inanimée?

Il est donc nécessaire, puisque la chaleur du Soleil est si petite sur la Terre et sur les autres planètes, que toutes possèdent une chaleur qui leur appartienne en propre; et nous devons rechercher d'où provient cette chaleur qui seule peut constituer l'élément du feu dans chacune des planètes. Or, où pourrons-nous puiser cette grande quantité de chaleur, si ce n'est dans la source même de toute chaleur, dans le Soleil seul, de la matière duquel les planètes ayant été formées et projetées par une seule et même impulsion, auront toutes conservé leur mouvement dans le même sens, et leur chaleur

à proportion de leur grosseur et de leur densité? Quiconque pesera la valeur de ces analogies et sentira la force de leurs rapports, ne pourra guère douter que les planètes ne soient issues et sorties du Soleil par le choc d'une comète, parce qu'il n'y a dans le système solaire que les comètes qui soient des corps assez puissans et en assez grand mouvement pour pouvoir communiquer une pareille impulsion aux masses de matière qui composent les planètes. Si l'on réunit à tous les faits sur lesquels j'ai fondé cette hypothèse *, le nouveau fait de la chaleur propre de la Terre et de l'insuffisance de celle du Soleil pour maintenir la nature, on demeurera persuadé, comme je le suis, que, dans le temps de leur formation, les planètes et la Terre étoient dans un état de liquéfaction, ensuite dans un état d'incandescence, et enfin dans un état successif de chaleur toujours décroissante depuis l'incandescence jusqu'à la température actuelle.

Car y a-t-il moyen de concevoir autrement l'origine et la durée de cette chaleur propre

* Voyez, dans le premier volume de cet ouvrage, l'art. qui a pour titre, *De la formation des planètes*.

de la Terre? comment imaginer que le feu qu'on appelle *central,* pût subsister *en effet* au fond du globe sans air, c'est-à-dire, sans son premier aliment? et d'où viendroit ce feu qu'on suppose renfermé dans le centre du globe? quelle source, quelle origine pourra-t-on lui trouver? Descartes avoit déja pensé que la Terre et les planètes n'étoient que de petits soleils *encroûtés,* c'est-à-dire, éteints; Leibnitz n'a pas hésité à prononcer que le globe terrestre devoit sa forme et la consistance de ses matières à l'élément du feu; et néanmoins ces deux grands philosophes n'avoient pas, à beaucoup près, autant de faits, autant d'observations qu'on en a rassemblé et acquis de nos jours : ces faits sont actuellement en si grand nombre et si bien constatés, qu'il me paroît plus que probable que la Terre, ainsi que les planètes, ont été projetées hors du Soleil, et par conséquent composées de la même matière, qui d'abord étant en liquéfaction, a obéi à la force centrifuge en même temps qu'elle se rassembloit par celle de l'attraction; ce qui a donné à toutes les planètes la forme renflée sous l'équateur, et applatie sous les poles, en raison de la

vîtesse de leur rotation; qu'ensuite ce grand feu s'étant peu à peu dissipé, l'état d'une température bénigne et convenable à la nature organisée a succédé ou plus tôt ou plus tard dans les différentes planètes, suivant la différence de leur épaisseur et de leur densité. Et quand même il y auroit, pour la Terre et pour les planètes, d'autres causes particulières de chaleur qui se combineroient avec celles dont nous avons calculé les effets, nos résultats n'en sont pas moins curieux, et n'en seront que plus utiles à l'avancement des sciences. Nous parlerons ailleurs de ces causes particulières de chaleur; tout ce que nous en pouvons dire ici, pour ne pas compliquer les objets, c'est que ces causes particulières pourront prolonger encore le temps du refroidissement du globe et la durée de la nature vivante au-delà des termes que nous avons indiqués.

Mais, me dira-t-on, votre théorie est-elle également bien fondée dans tous les points qui lui servent de base? Il est vrai, d'après vos expériences, qu'un globe gros comme la Terre et composé des mêmes matières ne pourroit se refroidir, depuis l'incandescence à la température actuelle, qu'en 74 mille ans,

et que pour l'échauffer jusqu'à l'incandescence, il faudroit la quinzième partie de ce temps, c'est-à-dire, environ cinq mille ans; et encore faudroit-il que ce globe fût environné pendant tout ce temps du feu le plus violent : dès lors il y a, comme vous le dites, de fortes présomptions que cette grande chaleur de la Terre n'a pu lui être communiquée de loin, et que par conséquent la matière terrestre a fait autrefois partie de la masse du Soleil; mais il ne paroît pas également prouvé que la chaleur de cet astre sur la Terre ne soit aujourd'hui que $\frac{1}{50}$ de la chaleur propre du globe. Le témoignage de nos sens semble se refuser à cette opinion que vous donnez comme une vérité constante; et quoiqu'on ne puisse pas douter que la Terre n'ait une chaleur propre qui nous est démontrée par sa température toujours égale dans tous les lieux profonds où le froid de l'air ne peut communiquer, en résulte-t-il que cette chaleur, qui ne nous paroît être qu'une température médiocre, soit néanmoins cinquante fois plus grande que la chaleur du Soleil, qui semble nous brûler?

Je puis satisfaire pleinement à ces objec-

tions; mais il faut auparavant réfléchir avec moi sur la nature de nos sensations. Une différence très-légère, et souvent imperceptible dans la réalité ou dans la mesure des causes qui nous affectent, en produit une prodigieuse dans leurs effets. Y a-t-il rien de plus voisin du très-grand plaisir que la douleur? et qui peut assigner la distance entre le chatouillement vif qui nous remue délicieusement et le frottement qui nous blesse, entre le feu qui nous réchauffe et celui qui nous brûle, entre la lumière qui réjouit nos yeux et celle qui les offusque, entre la saveur qui flatte notre goût et celle qui nous déplaît, entre l'odeur dont une petite dose nous affecte agréablement d'abord et bientôt nous donne des nausées? On doit donc cesser d'être étonné qu'une petite augmentation de chaleur telle que $\frac{1}{50}$ puisse nous paroître si sensible, et que les limites du plus grand chaud de l'été au plus grand froid de l'hiver soient entre 7 et 8, comme l'a dit M. Amontons, ou même entre 31 et 32, comme M. de Mairan l'a trouvé en prenant tous les résultats des observations faites sur cela pendant cinquante-six années consécutives.

Mais il faut avouer que si l'on vouloit juger de la chaleur réelle du globe d'après les rapports que ce dernier auteur nous a donnés des émanations de la chaleur terrestre aux accessions de la chaleur solaire dans ce climat, il se trouveroit que leurs rapports étant à peu près :: 29 : 1 en été, et :: 471 ou même :: 491 en hiver : 1; il se trouveroit, dis-je, en joignant ces deux rapports, que la chaleur solaire ne seroit à la chaleur terrestre que :: $\frac{1}{100}$: 2, ou :: $\frac{1}{250}$: 1. Mais cette estimation seroit fautive, et l'erreur deviendroit d'autant plus grande que les climats seroient plus froids. Il n'y a donc que celui de l'équateur jusqu'aux tropiques, où la chaleur étant en toutes saisons presque égale, on puisse établir avec fondement la proportion entre la chaleur des émanations de la Terre et des accessions de la chaleur solaire. Or ce rapport dans tout ce vaste climat, où les étés et les hivers sont presque égaux, est à très-peu près :: 50 : 1. C'est par cette raison que j'ai adopté cette proportion, et que j'en ai fait la base du calcul de mes recherches.

Néanmoins je ne prétends pas assurer affirmativement que la chaleur propre de la

Terre soit réellement cinquante fois plus grande que celle qui lui vient du Soleil : comme cette chaleur du globe appartient à toute la matière terrestre, dont nous faisons partie, nous n'avons point de mesure que nous puissions en séparer, ni par conséquent d'unité sensible et réelle à laquelle nous puissions la rapporter. Mais, quand même on voudroit que la chaleur solaire fût plus grande ou plus petite que nous ne l'avons supposée relativement à la chaleur terrestre, notre théorie ne changeroit que par la proportion des résultats.

Par exemple, si nous renfermons toute l'étendue de nos sensations du plus grand chaud au plus grand froid dans les limites données par les observations de M. Amontons, c'est-à-dire, entre 7 et 8 ou dans $\frac{1}{8}$, et qu'en même temps nous supposions que la chaleur du Soleil peut produire seule cette différence de nos sensations, on aura dès lors la proportion de 8 à 1 de la chaleur propre du globe terrestre à celle qui lui vient du Soleil, et par conséquent la compensation que fait actuellement sur la Terre cette chaleur du Soleil seroit de $\frac{1}{8}$, et la

compensation qu'elle a faite dans le temps de l'incandescence aura été $\frac{1}{200}$. Ajoutant ces deux termes, on a $\frac{26}{200}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{325}{200}$ ou 1 $\frac{5}{8}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant la période de 74047 ans du refroidissement de la Terre à la température actuelle; et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du refroidissement, on aura 25 : 1 $\frac{5}{8}$ :: 74047 : 4813 $\frac{1}{25}$; en sorte que le refroidissement du globe de la Terre, au lieu de n'avoir été prolongé que de 770 ans, l'auroit été de 4813 $\frac{1}{25}$ ans : ce qui, joint au prolongement plus long que produiroit aussi la chaleur de la Lune dans cette supposition, donneroit plus de 5000 ans, dont il faudroit encore reculer la date de la formation des planètes.

Si l'on adopte les limites données par M. de Mairan, qui sont de 31 à 32, et qu'on suppose que la chaleur solaire n'est que $\frac{1}{12}$ de celle de la Terre, on n'aura que le quart de ce prolongement, c'est-à-dire, environ 1250 ans,

au lieu de 770 que donne la supposition de $\frac{1}{50}$ que nous avons adoptée.

Mais au contraire, si l'on supposoit que la chaleur du Soleil n'est que $\frac{1}{250}$ de celle de la Terre, comme cela paroît résulter des observations faites au climat de Paris, on auroit pour la compensation dans le temps de l'incandescence $\frac{1}{6250}$, et $\frac{1}{250}$ pour la compensation à la fin de la période de 74047 ans du refroidissement du globe terrestre à la température actuelle, et l'on trouveroit $\frac{11}{250}$ pour la compensation totale faite par la chaleur du Soleil pendant cette période; ce qui ne donneroit que 154 ans, c'est-à-dire, le cinquième de 770 ans pour le temps du prolongement du refroidissement. Et de même, si, au lieu de $\frac{1}{50}$, nous supposions que la chaleur solaire fût $\frac{1}{10}$ de la chaleur terrestre, nous trouverions que le temps du prolongement seroit cinq fois plus long, c'est-à-dire, de 3850 ans; en sorte que plus on voudra augmenter la chaleur qui nous vient du Soleil, relativement à celle qui émane de la Terre, et plus on étendra la durée de la nature, et l'on reculera le terme de l'antiquité du monde: car, en supposant que cette chaleur du Soleil

sur la Terre fût égale à la chaleur propre du globe, on trouveroit que le temps du prolongement seroit de 38504 ans; ce qui par conséquent donneroit à la Terre 38 ou 39 mille ans d'ancienneté de plus.

Si l'on jette les yeux sur la table que M. de Mairan a dressée avec grande exactitude, et dans laquelle il donne la proportion de la chaleur qui nous vient du Soleil à celle qui émane de la Terre dans tous les climats, on y reconnoîtra d'abord un fait bien avéré, c'est que dans tous les climats où l'on a fait des observations, les étés sont égaux, tandis que les hivers sont prodigieusement inégaux. Ce savant physicien attribue cette égalité constante de l'intensité de la chaleur pendant l'été dans tous les climats à la compensation réciproque de la chaleur solaire, et de la chaleur des émanations du feu central: « Ce n'est donc pas ici (dit-il page 253) une « affaire de choix, de systême ou de convenance, que cette marche alternativement « décroissante et croissante des émanations « centrales en inverse des étés solaires, c'est « le fait même, etc. »; en sorte que, selon lui, les émanations de la chaleur de la Terre

croissent ou décroissent précisément dans la même raison que l'action de la chaleur du Soleil décroît et croît dans les différens climats; et comme cette proportion d'accroissement et de décroissement entre la chaleur terrestre et la chaleur solaire lui paroît, avec raison, très-étonnante suivant sa théorie, et qu'en même temps il ne peut pas douter du fait, il tâche de l'expliquer en disant : « Que le globe terrestre étant d'abord « une pâte molle de terre et d'eau, venant à « tourner sur son axe, et continuellement « exposé aux rayons du Soleil, selon tous « les aspects annuels des climats, s'y sera « durci vers la surface, et d'autant plus « profondément que ses parties y seront « plus exactement exposées. Et si un terrain « plus dur, plus compacte, plus épais, et en « général plus difficile à pénétrer, devient « dans ces mêmes rapports un obstacle d'au- « tant plus grand aux émanations du feu « intérieur de la Terre, *comme il est évident « que cela doit arriver*, ne voilà-t-il pas dès « lors ces obstacles en raison directe des dif- « férentes chaleurs de l'été solaire, et les éma- « nations centrales en inverse de ces mêmes

« chaleurs ? et qu'est-ce alors autre chose que
« l'inégalité universelle des étés? car suppo-
« sant ces obstacles ou ces retranchemens de
« chaleur faits à l'émanation constante et
« primitive, exprimés par les valeurs mêmes
« des étés solaires, c'est-à-dire, dans la plus
« parfaite et la plus visible de toutes les
« proportionnalités, l'égalité, il est clair
« qu'on ne retranche d'un côté à la même
« grandeur que ce qu'on y ajoute de l'autre,
« et que par conséquent les sommes ou les
« étés en seront toujours et par-tout les
« mêmes. Voilà donc, ajoute-t-il, cette éga-
« lité surprenante des étés dans tous les cli-
« mats de la Terre, ramenée à un principe in-
« telligible; soit que la Terre, d'abord fluide,
« ait été durcie ensuite par l'action du Soleil,
« du moins vers les dernières couches qui la
« composent; soit que Dieu l'ait créée tout
« d'un coup dans l'état où les causes phy-
« siques et les lois du mouvement l'auroient
« amenée ». Il me semble que l'auteur au-
roit mieux fait de s'en tenir bonnement à
cette dernière cause, qui dispense de toutes
recherches et de toutes spéculations, que de
donner une explication qui pèche non seu-

lement dans le principe, mais dans presque tous les points des conséquences qu'on en pourroit tirer.

Car y a-t-il rien de plus indépendant l'un de l'autre que la chaleur qui appartient en propre à la Terre, et celle qui lui vient du dehors? est-il naturel, est-il même raisonnable d'imaginer qu'il existe réellement dans la nature une loi de calcul par laquelle les émanations de cette chaleur intérieure du globe suivroient exactement l'inverse des accessions de la chaleur du Soleil sur la Terre, et cela dans une proportion si précise, que l'augmentation des unes compenseroit exactement la diminution des autres? Il ne faut qu'un peu de réflexion pour se convaincre que ce rapport purement idéal n'est nullement fondé, et que par conséquent le fait très-réel de l'égalité des étés, ou de l'égale intensité de chaleur en été, dans tous les climats, ne dérive pas de cette combinaison précaire dont ce physicien fait un principe, mais d'une cause toute différente que nous allons exposer.

Pourquoi dans tous les climats de la Terre où l'on a fait des observations suivies avec

des thermomètres comparables, se trouve-t-il que les étés (c'est-à-dire, l'intensité de la chaleur en été) sont égaux, tandis que les hivers (c'est-à-dire, l'intensité de la chaleur en hiver) sont prodigieusement différens et d'autant plus inégaux qu'on s'avance plus vers les zones froides? voilà la question. Le fait est vrai: mais l'explication qu'en donne l'habile physicien que je viens de citer me paroît plus que gratuite; elle nous renvoie directement aux causes finales qu'il croyoit éviter: car n'est-ce pas nous dire, pour toute explication, que le Soleil et la Terre ont d'abord été dans un état tel, que la chaleur de l'un pouvoit cuire les couches extérieures de l'autre, et les durcir précisément à un tel degré, que les émanations de la chaleur terrestre trouveroient toujours des obstacles à leur sortie, qui seroient exactement en proportion des facilités avec lesquelles la chaleur du Soleil arrive à chaque climat; et que de cette admirable contexture des couches de la Terre, qui permettent plus ou moins l'issue des émanations du feu central, il résulte sur la surface de la Terre une compensation exacte de la chaleur solaire et de

la chaleur terrestre, ce qui néanmoins rendroit les hivers égaux par-tout aussi-bien que les étés; mais que dans la réalité, comme il n'y a que les étés d'égaux dans tous les climats, et que les hivers y sont au contraire prodigieusement inégaux, il faut bien que ces obstacles mis à la liberté des émanations centrales soient encore plus grands qu'on ne vient de les supposer, et qu'ils soient en effet et très-réellement dans la proportion qu'exige l'inégalité des hivers des différens climats? Or qui ne voit que ces petites combinaisons ne sont point entrées dans le plan du souverain Être, mais seulement dans la tête du physicien, qui, ne pouvant expliquer cette égalité des étés et cette inégalité des hivers, a eu recours à deux suppositions qui n'ont aucun fondement, et à des combinaisons qui n'ont pu même, à ses yeux, avoir d'autre mérite que celui de s'accommoder à sa théorie, et de ramener, comme il le dit, cette égalité *surprenante* des étés à un *principe intelligible?* Mais ce principe une fois entendu n'est qu'une combinaison de deux suppositions qui toutes deux sont de l'ordre de celles qui rendroient possible l'impossible,

et dès lors présenteroient en effet l'absurde comme intelligible.

Tous les physiciens qui se sont occupés de cet objet, conviennent avec moi que le globe terrestre possède en propre une chaleur indépendante de celle qui lui vient du Soleil: dès lors n'est-il pas évident que cette chaleur propre seroit égale sous tous les points de la surface du globe, abstraction faite de celle du Soleil, et qu'il n'y auroit d'autre différence à cet égard que celle qui doit résulter du renflement de la Terre à l'équateur, et de son applatissement sous les poles? différence qui étant en même raison à peu près que les deux diamètres, n'excède pas $\frac{1}{230}$; en sorte que la chaleur propre du sphéroïde terrestre doit être de $\frac{1}{230}$ plus grande sous l'équateur que sous les poles. La déperdition qui s'en est faite et le temps du refroidissement doit donc avoir été plus prompt dans les climats septentrionaux, où l'épaisseur du globe est moins grande que dans les climats du midi; mais cette différence de $\frac{1}{230}$ ne peut pas produire celle de l'inégalité des émanations centrales, dont le rapport à la chaleur du Soleil en hiver étant :: 50 : 1 dans les climats

voisins de l'équateur, se trouve déja double au 27e degré, triple au 35e, quadruple au 40e, décuple au 49e, et 35 fois plus grand au 60e degré de latitude. Cette cause qui se présente la première contribue au froid des climats septentrionaux; mais elle est insuffisante pour l'effet de l'inégalité des hivers, puisque cet effet seroit 35 fois plus grand que sa cause au 60e degré, plus grand encore et même excessif dans les climats plus voisins du pole, et qu'en même temps il ne seroit nulle part proportionnel à cette même cause.

D'autre côté, ce seroit sans aucun fondement qu'on voudroit soutenir que dans un globe qui a reçu ou qui possède un certain degré de chaleur, il pourroit y avoir des parties beaucoup moins chaudes les unes que les autres. Nous connoissons assez le progrès de la chaleur et les phénomènes de sa communication pour être assurés qu'elle se distribue toujours également, puisqu'en appliquant un corps, même froid, sur un corps chaud, celui-ci communiquera nécessairement à l'autre assez de chaleur pour que tous deux soient bientôt au même degré de

température. L'on ne doit donc pas supposer qu'il y ait, vers le climat des poles, des couches de matières moins chaudes, moins perméables à la chaleur, que dans les autres climats; car, de quelque nature qu'on les voulût supposer, l'expérience nous démontre qu'en un très-petit temps elles seroient devenues aussi chaudes que les autres.

Les grands froids du nord ne viennent donc pas de ces prétendus obstacles qui s'opposeroient à la sortie de la chaleur, ni de la petite différence que doit produire celle des diamètres du sphéroïde terrestre, et il m'a paru, après y avoir réfléchi, qu'on devoit attribuer l'égalité des étés et la grande inégalité des hivers à une cause bien plus simple, et qui néanmoins a échappé à tous les physiciens.

Il est certain que, comme la chaleur propre de la Terre est beaucoup plus grande que celle qui lui vient du Soleil, les étés doivent paroître à très-peu près égaux par-tout, parce que cette même chaleur du Soleil ne fait qu'une petite augmentation au fonds réel de la chaleur propre, et que par conséquent, si cette chaleur envoyée du Soleil n'est que $\frac{1}{50}$

de la chaleur propre du globe, le plus ou moins de séjour de cet astre sur l'horizon, sa plus grande ou sa moindre obliquité sur le climat, et même son absence totale ne produiroit que $\frac{1}{50}$ de différence sur la température du climat, et que dès lors les étés doivent paroître et sont en effet à très-peu près égaux dans tous les climats de la Terre. Mais ce qui fait que les hivers sont si fort inégaux, c'est que les émanations de cette chaleur intérieure du globe se trouvent en très-grande partie supprimées dès que le froid et la gelée resserrent et consolident la surface de la terre et des eaux. Comme cette chaleur qui sort du globe décroît dans les airs à mesure et en même raison que l'espace augmente, elle a déja beaucoup perdu à une demi-lieue ou une lieue de hauteur; la seule condensation de l'air par cette cause suffit pour produire des vents froids qui, se rabattant sur la surface de la Terre, la resserrent et la gèlent *. Tant que dure ce resserrement de

* On s'apperçoit de ces vents rabattus toutes les fois qu'il doit geler ou tomber de la neige; le vent, sans même être très-violent, se rabat par les cheminées, et chasse dans la chambre les cendres du

la couche extérieure de la Terre, les émanations de la chaleur intérieure sont retenues, et le froid paroît et est en effet très-considérablement augmenté par cette suppression d'une partie de cette chaleur : mais dès que l'air devient plus doux, et que la couche superficielle du globe perd sa rigidité, la chaleur retenue pendant tout le temps de la gelée sort en plus grande abondance que dans les climats où il ne gèle pas, en sorte que la somme des émanations de la chaleur devient égale et la même par-tout; et c'est par cette raison que les plantes végètent plus vîte, et que les récoltes se font en beaucoup moins de temps dans les pays du nord; c'est par la même raison qu'on y ressent souvent, au commencement de l'été, des chaleurs insoutenables, etc.

Si l'on vouloit douter de la suppression des émanations de la chaleur intérieure par l'effet de la gelée, il ne faut, pour s'en convaincre, que se rappeler des faits connus de tout le monde. Qu'après une gelée il tombe de la

foyer : cela ne manque jamais d'arriver sur-tout pendant la nuit, lorsque le feu est éteint ou couvert.

neige, on la verra se fondre sur tous les puits, les aqueducs, les citernes, les ciels de carrière, les voûtes des fosses souterraines ou des galeries des mines, lors même que ces profondeurs, ces puits ou ces citernes ne contiennent point d'eau. Les émanations de la Terre ayant leur libre issue par ces espèces de cheminées, le terrain qui en recouvre le sommet n'est jamais gelé au même degré que la terre pleine; il permet aux émanations leur cours ordinaire, et leur chaleur suffit pour fondre la neige sur tous ces endroits creux, tandis qu'elle subsiste et demeure sur tout le reste de la surface où la terre n'est point excavée.

Cette suppression des émanations de la chaleur propre de la Terre se fait non seulement par la gelée, mais encore par le simple resserrement de la Terre, souvent occasionné par un moindre degré de froid que celui qui est nécessaire pour en geler la surface. Il y a très-peu de pays où il gèle dans les plaines au-delà du 35e degré de latitude, sur-tout dans l'hémisphère boreal; il semble donc que, depuis l'équateur jusqu'au 35e degré, les émanations de la chaleur terrestre ayant

toujours leur libre issue, il ne devroit y avoir presque aucune différence de l'hiver à l'été, puisque cette différence ne pourroit provenir que de deux causes, toutes deux trop petites pour produire un résultat sensible. La première de ces causes est la différence de l'action solaire: mais comme cette action elle-même est beaucoup plus petite que celle de la chaleur terrestre, leur différence devient dès lors si peu considérable, qu'on peut la regarder comme nulle. La seconde cause est l'épaisseur du globe, qui, vers le 35e degré, est à peu près de $\frac{1}{500}$ moindre qu'à l'équateur: mais cette différence ne peut encore produire qu'un très-petit effet, qui n'est nullement proportionnel à celui que nous indiquent les observations, puisqu'à 35 degrés le rapport des émanations de la chaleur terrestre à la chaleur solaire est en été de 33 à 1, et en hiver de 153 à 1; ce qui donneroit 186 à 2, ou 93 à 1. Ce ne peut donc être qu'au resserrement de la Terre occasionné par le froid, ou même au froid produit par les pluies durables qui tombent dans ces climats, qu'on peut attribuer cette différence de l'hiver à l'été: le resserrement de la Terre par le froid

supprime une partie des émanations de la chaleur intérieure, et le froid, toujours renouvelé par la chûte des pluies, diminue l'intensité de cette même chaleur; ces deux causes produisent donc ensemble la différence de l'hiver à l'été.

D'après cet exposé, il me semble que l'on est maintenant en état d'entendre pourquoi les hivers semblent être si différens. Ce point de physique générale n'avoit jamais été discuté; personne, avant M. de Mairan, n'avoit même cherché les moyens de l'expliquer, et nous avons démontré précédemment l'insuffisance de l'explication qu'il en donne : la mienne au contraire me paroît si simple et si bien fondée, que je ne doute pas qu'elle ne soit entendue par tous les bons esprits.

Après avoir prouvé que la chaleur qui nous vient du Soleil est fort inférieure à la chaleur propre de notre globe; après avoir exposé qu'en ne la supposant que de $\frac{1}{50}$, le refroidissement du globe à la température actuelle n'a pu se faire qu'en 74832 ans; après avoir montré que le temps de ce refroidissement seroit encore plus long, si la chaleur envoyée par le Soleil à la Terre étoit

dans un rapport plus grand, c'est-à-dire, de $\frac{1}{25}$ ou de $\frac{1}{10}$ au lieu de $\frac{1}{50}$; on ne pourra pas nous blâmer d'avoir adopté la proportion qui nous paroît la plus plausible par les raisons physiques, et en même temps la plus convenable, pour ne pas trop étendre et reculer trop loin les temps du commencement de la nature, que nous avons fixé à 37 ou 38 mille ans, à dater en arrière de ce jour.

J'avoue néanmoins que ce temps, tout considérable qu'il est, ne me paroît pas encore assez grand, assez long pour certains changemens, certaines altérations successives que l'histoire naturelle nous démontre, et qui semblent avoir exigé une suite de siècles encore plus longue : je serois donc très-porté à croire que, dans le réel, les temps ci-devant indiqués pour la durée de la nature doivent être augmentés peut-être du double, si l'on veut se trouver à l'aise pour l'explication de tous les phénomènes. Mais je le répète, je m'en suis tenu aux moindres termes, et j'ai restreint les limites du temps autant qu'il étoit possible de le faire sans contredire les faits et les expériences.

On pourra peut-être chicaner ma théorie

par une autre objection qu'il est bon de prévenir. On me dira que j'ai supposé, d'après Newton, la chaleur de l'eau bouillante trois fois plus grande que celle du Soleil d'été, et la chaleur du fer rouge huit fois plus grande que celle de l'eau bouillante, c'est-à-dire, vingt-quatre ou vingt-cinq fois plus grande que celle de la température actuelle de la Terre, et qu'il entre de l'hypothétique dans cette supposition, sur laquelle j'ai néanmoins fondé la seconde base de mes calculs, dont les résultats seroient sans doute fort différens, si cette chaleur du fer rouge ou du verre en incandescence, au lieu d'être en effet vingt-cinq fois plus grande que la chaleur actuelle du globe, n'étoit, par exemple, que cinq ou six fois aussi grande.

Pour sentir la valeur de cette objection, faisons d'abord le calcul du refroidissement de la Terre, dans cette supposition qu'elle n'étoit dans le temps de l'incandescence que cinq fois plus chaude qu'elle ne l'est aujourd'hui, en supposant, comme dans les autres calculs, que la chaleur solaire n'est que $\frac{1}{50}$ de la chaleur terrestre. Cette chaleur solaire,

qui fait aujourd'hui compensation de $\frac{1}{50}$, n'auroit fait compensation que de $\frac{1}{250}$ dans le temps de l'incandescence. Ces deux termes ajoutés donnent $\frac{6}{250}$, qui multipliés par $2\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{15}{250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant la période entière de la déperdition de la chaleur propre du globe, qui est de 74047 ans. Ainsi l'on aura 5 : $\frac{15}{250}$ :: 74047 : 888 $\frac{14}{25}$: d'où l'on voit que le prolongement du refroidissement, qui, pour une chaleur vingt-cinq fois plus grande que la température actuelle, n'a été que de 770 ans, auroit été de 888 $\frac{14}{25}$ dans la supposition que cette premiere chaleur n'auroit été que cinq fois plus grande que cette même température actuelle. Cela seul nous fait voir que quand même on voudroit supposer cette chaleur primitive fort au-dessous de vingt-cinq, il n'en résulteroit qu'un prolongement plus long pour le refroidissement du globe, et cela seul me paroît suffire aussi pour satisfaire à l'objection.

Enfin, me dira-t-on, vous avez calculé la durée du refroidissement des planètes,

non seulement par la raison inverse de leurs diamètres, mais encore par la raison inverse de leur densité : cela seroit fondé si l'on pouvoit imaginer qu'il existe en effet des matières dont la densité seroit aussi différente de celle de notre globe ; mais en existe-t-il? quelle sera, par exemple, la matière dont vous composerez Saturne, puisque sa densité est plus de cinq fois moindre que celle de la Terre?

A cela je réponds qu'il seroit aisé de trouver, dans le genre végétal, des matières cinq ou six fois moins denses qu'une masse de fer, de marbre blanc, de grès, de marbre commun et de pierre calcaire dure, dont nous savons que la Terre est principalement composée : mais sans sortir du règne minéral, et considérant la densité de ces cinq matières, on a pour celle du fer $21 \frac{10}{72}$, pour celle du marbre blanc $8 \frac{25}{72}$, pour celle du grès $7 \frac{24}{72}$, pour celle du marbre commun et de la pierre calcaire dure $7 \frac{20}{72}$; prenant le terme moyen des densités de ces cinq matières, dont le globe terrestre est principalement composé, on trouve que sa densité est $10 \frac{5}{18}$. Il s'agit donc de trouver une matière

dont la densité soit $1 \frac{891 \frac{1}{2}}{1000}$; ce qui est le même rapport de 184, densité de Saturne, à 1000, densité de la Terre. Or cette matière seroit une espèce de pierre ponce un peu moins dense que la pierre ponce ordinaire, dont la densité relative est ici de $1 \frac{69}{72}$; il paroît donc que Saturne est principalement composé d'une matière légère semblable à la pierre ponce.

De même, la densité de la Terre étant à celle de Jupiter :: 1000 : 292, ou :: $10 \frac{5}{18}$: $3 \frac{1 \frac{1}{2}}{1000}$, on doit croire que Jupiter est composé d'une matière plus dense que la pierre ponce, et moins dense que la craie.

La densité de la Terre étant à celle de la Lune :: 1000 : 702, ou :: $10 \frac{5}{18}$: $7 \frac{215}{1000}$, cette planète secondaire est composée d'une matière dont la densité n'est pas tout-à-fait si grande que celle de la pierre calcaire dure, mais plus grande que celle de la pierre calcaire tendre.

La densité de la Terre étant à celle de Mars :: 1000 : 730, ou :: $10 \frac{5}{18}$: $7 \frac{502 \frac{1}{2}}{1000}$, on doit croire que cette planète est composée d'une

matière dont la densité est un peu plus grande que celle du grès, et moins grande que celle du marbre blanc.

Mais la densité de la Terre étant à celle de Vénus :: 1000 : 1270, ou :: 10 $\frac{5}{18}$: 13 $\frac{527\frac{7}{9}}{1000}$, on peut croire que cette planète est principalement composée d'une matière plus dense que l'émeril, et moins dense que le zinc.

Enfin la densité de la Terre étant à celle de Mercure :: 1000 : 2040, ou :: 10 $\frac{5}{18}$: 20 $\frac{966\frac{2}{3}}{1000}$, on doit croire que cette planète est composée d'une matière un peu moins dense que le fer, mais plus dense que l'étain.

Hé comment, dira-t-on, la nature vivante que vous supposez établie par-tout, peut-elle exister sur des planètes de fer, d'émeril ou de pierre ponce? Par les mêmes causes, répondrai-je, et par les mêmes moyens qu'elle existe sur le globe terrestre, quoique composé de pierre, de grès, de marbre, de fer et de verre. Il en est des autres planètes comme de notre globe: leur fonds principal est une des matières que nous venons d'indiquer;

mais les causes extérieures auront bientôt altéré la couche superficielle de cette matière, et, selon les différens degrés de chaleur ou de froid, de sécheresse ou d'humidité, elles auront converti en assez peu de temps cette matière, de quelque nature qu'on la suppose, en une terre féconde et propre à recevoir les germes de la nature organisée, qui tous n'ont besoin que de chaleur et d'humidité pour se développer.

Après avoir satisfait aux objections qui paroissent se présenter les premières, il est nécessaire d'exposer les faits et les observations par lesquelles on s'est assuré que la chaleur du Soleil n'est qu'un accessoire, un petit complément à la chaleur réelle qui émane continuellement du globe de la Terre; et il sera bon de faire voir en même temps comment les thermomètres comparables nous ont appris d'une manière certaine que le chaud de l'été est égal dans tous les climats de la Terre, à l'exception de quelques endroits, comme le Sénégal, et de quelques autres parties de l'Afrique où la chaleur est plus grande qu'ailleurs par des raisons particulières dont nous parlerons lorsqu'il s'agira

d'examiner les exceptions à cette règle générale.

On peut démontrer, par des évaluations incontestables, que la lumière, et par conséquent la chaleur envoyée du Soleil à la Terre en été, est très-grande en comparaison de la chaleur envoyée par ce même astre en hiver, et que néanmoins, par des observations très-exactes et très-réitérées, la différence de la chaleur réelle de l'été à celle de l'hiver est fort petite. Cela seul seroit suffisant pour prouver qu'il existe dans le globe terrestre une très-grande chaleur, dont celle du Soleil ne fait que le complément; car, en recevant les rayons du Soleil sur le même thermomètre en été et en hiver, M. Amontons a le premier observé que les plus grandes chaleurs de l'été dans notre climat ne diffèrent du froid de l'hiver, lorsque l'eau se congèle, que comme 7 diffère de 6, tandis qu'on peut démontrer que l'action du Soleil en été est environ 66 fois plus grande que celle du Soleil en hiver : on ne peut donc pas douter qu'il n'y ait un fonds de très-grande chaleur dans le globe terrestre, sur lequel, comme base, s'élèvent les degrés de

la chaleur qui nous vient du Soleil, et que les émanations de ce fonds de chaleur à la surface du globe ne nous donnent une quantité de chaleur beaucoup plus grande que celle qui nous arrive du Soleil.

Si l'on demande comment on a pu s'assurer que la chaleur envoyée par le Soleil en été est 66 fois plus grande que la chaleur envoyée par ce même astre en hiver dans notre climat, je ne puis mieux répondre qu'en renvoyant aux Mémoires donnés par feu M. de Mairan en 1719, 1722 et 1765, et insérés dans ceux de l'académie, où il examine avec une attention scrupuleuse les causes de la vicissitude des saisons dans les différens climats. Ces causes peuvent se réduire à quatre principales; savoir, 1°. l'inclinaison sous laquelle tombe la lumière du Soleil suivant les différentes hauteurs de cet astre sur l'horizon; 2°. l'intensité de la lumière, plus ou moins grande à mesure que son passage dans l'atmosphère est plus ou moins oblique; 3°. la différente distance de la Terre au Soleil en été et en hiver; 4°. l'inégalité de la longueur des jours dans les climats différens. Et en partant du principe

que la quantité de la chaleur est proportionnelle à l'action de la lumière, on se démontrera aisément à soi-même que ces quatre causes réunies, combinées et comparées, diminuent pour notre climat cette action de la chaleur du Soleil dans un rapport d'environ 66 à 1 du solstice d'eté au solstice d'hiver. Et en supposant l'affoiblissement de l'action de la lumière par ces quatre causes, c'est-à-dire, 1°. par la moindre ascension ou élévation du Soleil à midi du solstice d'hiver, en comparaison de son ascension à midi du solstice d'été; 2°. par la diminution de l'intensité de la lumière, qui traverse plus obliquement l'atmosphère au solstice d'hiver qu'au solstice d'été; 3°. par la plus grande proximité de la Terre au Soleil en hiver qu'en été; 4°. par la diminution de la continuité de la chaleur produite par la moindre durée du jour ou par la plus longue absence du Soleil au solstice d'hiver, qui, dans notre climat, est à peu près double de celle du solstice d'été; on ne pourra pas douter que la différence ne soit en effet très-grande et environ de 66 à 1 dans notre climat, et cette vérité de théorie peut être regardée comme

aussi certaine que la seconde vérité qui est d'expérience, et qui nous démontre, par les observations du thermomètre exposé immédiatement aux rayons du Soleil en hiver et en été, que la différence de la chaleur réelle dans ces deux temps n'est néanmoins tout au plus que de 7 à 6. Je dis tout au plus; car cette détermination donnée par M. Amontons n'est pas à beaucoup près aussi exacte que celle qui a été faite par M. de Mairan d'après un grand nombre d'observations ultérieures, par lesquelles il prouve que ce rapport est :: 32 : 31. Que doit donc indiquer cette prodigieuse inégalité entre ces deux rapports de l'action de la chaleur solaire en été et en hiver, qui est de 66 à 1, et de celui de la chaleur réelle qui n'est que de 32 à 31 de l'été à l'hiver? N'est-il pas évident que la chaleur propre du globe de la Terre est nombre de fois plus grande que celle qui lui vient du Soleil? Il paroît en effet que, dans le climat de Paris, cette chaleur de la Terre est 29 fois plus grande en été, et 491 fois plus grande en hiver, que celle du Soleil, comme l'a déterminé M. de Mairan. Mais j'ai déja averti qu'on ne devoit pas conclure de ces

deux rapports combinés le rapport réel de la chaleur du globe de la Terre à celle qui lui vient du Soleil, et j'ai donné les raisons qui m'ont décidé à supposer qu'on peut estimer cette chaleur du Soleil cinquante fois moindre que la chaleur qui émane de la Terre.

Il nous reste maintenant à rendre compte des observations faites avec les thermomètres. On a recueilli, depuis l'année 1701 jusqu'en 1756 inclusivement, le degré du plus grand chaud et celui du plus grand froid qui s'est fait à Paris chaque année: on en a fait une somme, et l'on a trouvé qu'annee commune tous les thermomètres réduits à la division de Réaumur, ont donné 1026 pour la plus grande chaleur de l'été, c'est-à-dire, 26 degrés au-dessus du point de la congélation de l'eau; on a trouvé de même que le degré commun du plus grand froid de l'hiver a été, pendant ces cinquante-six années, de 994, ou de 6 degrés au-dessous de la congélation de l'eau : d'où l'on a conclu, avec raison, que le plus grand chaud de nos étés à Paris ne diffère du plus grand froid de nos hivers que de $\frac{1}{32}$, puisque 994 : 1026 :: 31 : 32. C'est sur ce

fondement que nous avons dit que le rapport du plus grand chaud au plus grand froid n'étoit que :: 32 : 31. Mais on peut objecter contre la précision de cette évaluation le défaut de construction du thermomètre, division de Réaumur, auquel on réduit ici l'échelle de tous les autres; et ce défaut est de ne partir que de mille degrés au-dessous de la glace, comme si ce millième degré étoit en effet celui du froid absolu, tandis que le froid absolu n'existe point dans la nature, et que celui de la plus petite chaleur devroit être supposé de dix mille au lieu de mille, ce qui changeroit la graduation du thermomètre. On peut encore dire qu'à la vérité il n'est pas impossible que toutes nos sensations entre le plus grand chaud et le plus grand froid soient comprises dans un aussi petit intervalle que celui d'une unité sur 32 de chaleur, mais que la voix du sentiment semble s'élever contre cette opinion, et nous dire que cette limite est trop étroite, et que c'est bien assez réduire cet intervalle que de lui donner un huitième ou un septième au lieu d'un trente-deuxième.

Mais quoi qu'il en soit de cette évaluation, qui se trouvera peut-être encore trop forte lorsqu'on aura des thermomètres mieux construits, on ne peut pas douter que la chaleur de la Terre, qui sert de base à la chaleur réelle que nous éprouvons, ne soit très-considérablement plus grande que celle qui nous vient du Soleil, et que cette dernière n'en soit qu'un petit complément. De même, quoique les thermomètres dont on s'est servi pèchent par le principe de leur construction et par quelques autres défauts dans leur graduation, on ne peut pas douter de la vérité des faits comparés que nous ont appris les observations faites en différens pays avec ces mêmes thermomètres construits et gradués de la même façon, parce qu'il ne s'agit ici que de vérités relatives et de résultats comparés, et non pas de vérités absolues.

Or, de la même manière qu'on a trouvé, par l'observation de cinquante-six années successives, la chaleur de l'été à Paris, de 1026 ou de 26 degrés au-dessus de la congélation, on a aussi trouvé avec les mêmes thermomètres que cette chaleur de l'été étoit 1026 dans tous les autres climats de la Terre,

depuis l'équateur jusque vers le cercle polaire : à Madagascar, aux îles de France et de Bourbon, à l'île Rodrigue, à Siam, aux Indes orientales, à Alger, à Malte, à Cadix, à Montpellier, à Lyon, à Amsterdam, à Varsovie, à Upsal, à Pétersbourg, et jusqu'en Lapponie près du cercle polaire; à Cayenne, au Pérou, à la Martinique, à Carthagène en Amérique et à Panama ; enfin dans tous les climats des deux hémisphères et des deux continens où l'on a pu faire des observations, on a constamment trouvé que la liqueur du thermomètre s'élevoit également à 25, 26 ou 27 degrés dans les jours les plus chauds de l'été ; et de là résulte le fait incontestable de l'égalité de la chaleur en été dans tous les climats de la Terre. Il n'y a sur cela d'autres exceptions que celle du Sénégal, et de quelques autres endroits où le thermomètre s'élève 5 ou 6 degrés de plus, c'est-à-dire, à 31 ou 32 degrés ; mais c'est par des causes accidentelles et locales, qui n'altèrent point la vérité des observations ni la certitude de ce fait général, lequel seul pourroit encore nous démontrer qu'il existe réellement une très-grande chaleur dans le globe terrestre,

dont l'effet ou les émanations sont à peu près égales dans tous les points de sa surface, et que le Soleil, bien loin d'être la sphère unique de la chaleur qui anime la nature, n'en est tout au plus que le régulateur.

Ce fait important, que nous consignons à la postérité, lui fera reconnoître la progression réelle de la diminution de la chaleur du globe terrestre, que nous n'avons pu déterminer que d'une manière hypothétique : on verra, dans quelques siècles, que la plus grande chaleur de l'été, au lieu d'élever la liqueur du thermomètre à 26, ne l'élevera plus qu'à 25, à 24 ou au-dessous, et on jugera par cet effet, qui est le résultat de toutes les causes combinées, de la valeur de chacune des causes particulières qui produisent l'effet total de la chaleur à la surface du globe ; car indépendamment de la chaleur qui appartient en propre à la Terre et qu'elle possède dès le temps de l'incandescence, chaleur dont la quantité est très-considérablement diminuée et continuera de diminuer dans la succession des temps, indépendamment de la chaleur qui nous vient du Soleil, qu'on peut regarder comme constante, et

qui par conséquent fera dans la suite une plus grande compensation qu'aujourd'hui à la perte de cette chaleur propre du globe, il y a encore deux autres causes particulières qui peuvent ajouter une quantité considérable de chaleur à l'effet des deux premières, qui sont les seules dont nous ayons fait jusqu'ici l'évaluation.

L'une de ces causes particulières provient en quelque façon de la première cause générale, et peut y ajouter quelque chose. Il est certain que dans le temps de l'incandescence, et dans tous les siècles subséquens, jusqu'à celui du refroidissement de la Terre au point de pouvoir la toucher, toutes les matières volatiles ne pouvoient résider à la surface ni même dans l'intérieur du globe; elles étoient élevées et répandues en forme de vapeurs, et n'ont pu se déposer que successivement à mesure qu'il se refroidissoit. Ces matières ont pénétré par les fentes et les crevasses de la Terre à d'assez grandes profondeurs en une infinité d'endroits : c'est-là le fonds primitif des volcans, qui, comme l'on sait, se trouvent tous dans les hautes montagnes, où les fentes de la Terre sont d'autant plus

grandes, que ces pointes du globe sont plus avancées, plus isolées. Ce dépôt des matières volatiles du premier âge aura été prodigieusement augmenté par l'addition de toutes les matières combustibles, dont la formation est des âges subséquens. Les pyrites, les soufres, les charbons de terre, les bitumes, etc. ont pénétré dans les cavités de la Terre, et ont produit presque par-tout de grands amas de matières inflammables, et souvent des incendies qui se manifestent par des tremblemens de terre, par l'éruption des volcans, et par les sources chaudes qui découlent des montagnes ou sourdent à l'intérieur dans les cavités de la Terre. On peut donc présumer que ces feux souterrains, dont les uns brûlent, pour ainsi dire, sourdement et sans explosion, et dont les autres éclatent avec tant de violence, augmentent un peu l'effet de la chaleur générale du globe : néanmoins cette addition de chaleur ne peut être que très-petite ; car on a observé qu'il fait à très-peu près aussi froid au-dessus des volcans qu'au-dessus des autres montagnes à la même hauteur, à l'exception des temps où le volcan travaille et jette au dehors des

vapeurs enflammées ou des matières brûlantes. Cette cause particulière de chaleur ne me paroît donc pas mériter autant de considération que lui en ont donné quelques physiciens.

Il n'en est pas de même d'une seconde cause à laquelle il semble qu'on n'a pas pensé, c'est le mouvement de la Lune autour de la Terre. Cette planète secondaire fait sa révolution autour de nous en 27 jours un tiers environ; et étant éloignée à 85 mille 325 lieues, elle parcourt une circonférence de 536 mille 329 lieues dans cet espace de temps, ce qui fait un mouvement de 817 lieues par heure, ou de 13 à 14 lieues par minute. Quoique cette marche soit peut-être la plus lente de tous les corps célestes, elle ne laisse pas d'être assez rapide pour produire sur la Terre, qui sert d'aissieu ou de pivot à ce mouvement, une chaleur considérable par le frottement qui résulte de la charge et de la vitesse de cette planète; mais il ne nous est pas possible d'évaluer cette quantité de chaleur produite par cette cause extérieure, parce que nous n'avons rien jusqu'ici qui puisse nous servir d'unité ou de terme de

comparaison : mais si l'on parvient jamais à connoître le nombre, la grandeur et la vîtesse de toutes les comètes, comme nous connoissons le nombre, la grandeur et la vîtesse de toutes les planètes qui circulent autour du Soleil, on pourra juger alors de la quantité de chaleur que la Lune peut donner à la Terre, par la quantité beaucoup plus grande de feu que tous ces vastes corps excitent dans le Soleil; et je serois fort porté à croire que la chaleur produite par cette cause dans le globe de la Terre ne laisse pas de faire une partie assez considérable de sa chaleur propre, et qu'en conséquence il faut encore étendre les limites des temps pour la durée de la nature. Mais revenons à notre principal objet.

Nous avons vu que les étés sont à très-peu près égaux dans tous les climats de la Terre, et que cette vérité est appuyée sur des faits incontestables : mais il n'en est pas de même des hivers; ils sont très-inégaux, et d'autant plus inégaux dans les différens climats, qu'on s'éloigne plus de celui de l'équateur, où la chaleur en hiver et en été est à peu près la même. Je crois en avoir donné la raison dans

le cours de ce Mémoire, et avoir expliqué d'une manière satisfaisante la cause de cette inégalité par la suppression des émanations de la chaleur terrestre. Cette suppression est, comme je l'ai dit, occasionnée par les vents froids qui se rabattent du haut de l'air, resserrent les terres, glacent les eaux et renferment les émanations de la chaleur terrestre pendant tout le temps que dure la gelée, en sorte qu'il n'est pas étonnant que le froid des hivers soit en effet d'autant plus grand que l'on avance davantage vers les climats où la masse de l'air recevant plus obliquement les rayons du Soleil, est, par cette raison, la plus froide.

Mais il y a pour le froid comme pour le chaud quelques contrées sur la Terre qui font une exception à la règle générale. Au Sénégal, en Guinée, à Angole, et probablement dans tous les pays où l'on trouve l'espèce humaine teinte de noir, comme en Nubie, à la terre des Papous, dans la nouvelle Guinée, etc. il est certain que la chaleur est plus grande que dans tout le reste de la Terre; mais c'est par des causes locales, dont nous avons donné l'explication dans le

troisième volume de cet ouvrage *. Ainsi dans ces climats particuliers où le vent d'est règne pendant toute l'année, et passe, avant d'arriver, sur une étendue de terre très-considérable où il prend une chaleur brûlante, il n'est pas étonnant que la chaleur se trouve plus grande de 5, 6 et même 7 degrés qu'elle ne l'est par-tout ailleurs ; et de même les froids excessifs de la Sibérie ne prouvent rien autre chose, sinon que cette partie de la surface du globe est beaucoup plus élevée que toutes les terres adjacentes. « Les pays asiatiques septentrionaux, dit le baron de Strahlenberg, sont considérablement plus élevés que les européens : ils le sont comme une table l'est en comparaison du plancher sur lequel elle est posée; car lorsqu'en venant de l'ouest et sortant de la Russie on passe à l'est par les monts Riphées et Rymniques pour entrer en Sibérie, on avance toujours plus en montant qu'en descendant ». « Il y a bien des plaines en Sibérie, dit M. Gmelin, qui ne sont pas moins élevées au-dessus du

* Voyez l'Histoire naturelle, article *Variétés de l'espèce humaine.*

« reste de la Terre, ni moins éloignées de son « centre, que ne le sont d'assez hautes mon- « tagnes en plusieurs autres régions ». Ces plaines de Sibérie paroissent être en effet tout aussi hautes que le sommet des monts Riphées, sur lequel la glace et la neige ne fondent pas entièrement pendant l'été; et si ce même effet n'arrive pas dans les plaines de Sibérie, c'est parce qu'elles sont moins isolées, car cette circonstance locale fait encore beaucoup à la durée et à l'intensité du froid ou du chaud. Une vaste plaine une fois échauffée conservera sa chaleur plus long-temps qu'une montagne isolée, quoique toutes deux également élevées, et par cette même raison la montagne une fois refroidie conservera sa neige ou sa glace plus long-temps que la plaine.

Mais si l'on compare l'excès du chaud à l'excès du froid produit par ces causes particulières et locales, on sera peut-être surpris de voir que dans les pays tels que le Sénégal, où la chaleur est la plus grande, elle n'excède néanmoins que de 7 degrés la plus grande chaleur générale, qui est de 26 degrés au-dessus de la congélation, et que la plus

grande hauteur à laquelle s'élève la liqueur du thermomètre, n'est tout au plus que de 33 degrés au-dessus de ce même point, tandis que les grands froids de Sibérie vont quelquefois jusqu'à 60 et 70 degrés au-dessous de ce même point de la congélation, et qu'à Pétersbourg, à Upsal, etc. sous la même latitude de la Sibérie, les plus grands froids ne font descendre la liqueur qu'à 25 ou 26 degrés au-dessous de la congélation. Ainsi l'excès de chaleur produit par les causes locales n'étant que de 6 ou 7 degrés au-dessus de la plus grande chaleur du reste de la zone torride, et l'excès du froid produit de même par les causes locales étant de plus de 40 degrés au-dessus du plus grand froid sous la même latitude, on doit en conclure que ces mêmes causes locales ont bien plus d'influence dans les climats froids que dans les climats chauds, quoiqu'on ne voie pas d'abord ce qui peut produire cette grande différence dans l'excès du froid et du chaud. Cependant, en y réfléchissant, il me semble qu'on peut concevoir aisément la raison de cette différence. L'augmentation de la chaleur d'un climat tel que le Sénégal ne peut

venir que de l'action de l'air, de la nature du terroir, et de la dépression du terrain : cette contrée, presque au niveau de la mer, est en grande partie couverte de sables arides; un vent d'est constant, au lieu d'y rafraîchir l'air, le rend brûlant, parce que ce vent traverse, avant que d'arriver, plus de deux mille lieues de terre, sur laquelle il s'échauffe toujours de plus en plus ; et néanmoins toutes ces causes réunies ne produisent qu'un excès de 6 ou 7 degrés au-dessus de 26, qui est le terme de la plus grande chaleur de tous les autres climats : mais dans une contrée telle que la Sibérie, où les plaines sont élevées comme les sommets des montagnes le sont au-dessus du niveau du reste de la Terre, cette seule différence d'élévation doit produire un effet proportionnellement beaucoup plus grand que la dépression du terrain du Sénégal, qu'on ne peut pas supposer plus grande que celle du niveau de la mer ; car si les plaines de Sibérie sont seulement élevées de quatre ou cinq cents toises au-dessus du niveau d'Upsal ou de Pétersbourg, on doit cesser d'être étonné que l'excès du froid y soit si grand, puisque la chaleur qui émane

de la terre décroissant à chaque point comme l'espace augmente, cette seule cause de l'élévation du terrain suffit pour expliquer cette grande différence du froid sous la même latitude.

Il ne reste sur cela qu'une question assez intéressante. Les hommes, les animaux et les plantes peuvent supporter pendant quelque temps la rigueur de ce froid extrême, qui est de 60 degrés au-dessous de la congélation : pourroient-ils également supporter une chaleur qui seroit de 60 degrés au-dessus? Oui, si l'on pouvoit se précautionner et se mettre à l'abri contre le chaud comme on sait le faire contre le froid, si d'ailleurs cette chaleur excessive ne duroit, comme le froid excessif, que pendant un petit temps, et si l'air pouvoit pendant le reste de l'année rafraîchir la Terre de la même manière que les émanations de la chaleur du globe réchauffent l'air dans les pays froids. On connoît des plantes, des insectes et des poissons qui croissent et vivent dans des eaux thermales dont la chaleur est de 45, 50 et jusqu'à 60 degrés : il y a donc des espèces dans la nature vivante qui peuvent supporter ce degré de chaleur ;

et comme les Nègres sont dans le genre humain ceux que la grande chaleur incommode le moins, ne devroit-on pas en conclure avec assez de vraisemblance que, dans notre hypothèse, leur race pourroit être plus ancienne que celle des hommes blancs?

DES ÉPOQUES DE LA NATURE.

COMME, dans l'histoire civile, on consulte les titres, on recherche les médailles, on déchiffre les inscriptions antiques, pour déterminer les époques des révolutions humaines, et constater les dates des événemens moraux; de même, dans l'histoire naturelle, il faut fouiller les archives du monde, tirer des entrailles de la terre les vieux monumens, recueillir leurs débris, et rassembler en un corps de preuves tous les indices des changemens physiques qui peuvent nous faire remonter aux différens âges de la Nature. C'est le seul moyen de fixer quelques points dans l'immensité de l'espace, et de placer un certain nombre de pierres numéraires sur la route éternelle du temps. Le passé est comme la distance; notre vue y décroît, et s'y perdroit de même, si l'histoire et la chronologie

n'eussent placé des fanaux, des flambeaux, aux points les plus obscurs : mais, malgré ces lumières de la tradition écrite, si l'on remonte à quelques siècles, que d'incertitudes dans les faits! que d'erreurs sur les causes des événemens! et quelle obscurité profonde n'environne pas les temps antérieurs à cette tradition! D'ailleurs elle ne nous a transmis que les gestes de quelques nations, c'est-à-dire, les actes d'une très-petite partie du genre humain; tout le reste des hommes est demeuré nul pour nous, nul pour la postérité; ils ne sont sortis de leur néant que pour passer comme des ombres qui ne laissent point de traces : et plût au ciel que le nom de tous ces prétendus héros dont on a célébré les crimes ou la gloire sanguinaire, fût également enseveli dans la nuit de l'oubli!

Ainsi l'histoire civile, bornée d'un côté par les ténèbres d'un temps assez voisin du nôtre, ne s'étend de l'autre qu'aux petites portions de terre qu'ont occupées successivement les peuples soigneux de leur mémoire; au lieu que l'histoire naturelle embrasse également tous les espaces, tous les temps, et

n'a d'autres limites que celles de l'univers.

La Nature étant contemporaine de la matière, de l'espace et du temps, son histoire est celle de toutes les substances, de tous les lieux, de tous les âges; et quoiqu'il paroisse à la première vue que ses grands ouvrages ne s'altèrent ni ne changent, et que dans ses productions, même les plus fragiles et les plus passagères, elle se montre toujours et constamment la même, puisqu'à chaque instant ses premiers modèles reparoissent à nos yeux sous de nouvelles représentations, cependant, en l'observant de près, on s'appercevra que son cours n'est pas absolument uniforme : on reconnoîtra qu'elle admet des variations sensibles, qu'elle reçoit des altérations successives, qu'elle se prête même à des combinaisons nouvelles, à des mutations de matière et de forme; qu'enfin autant elle paroît fixe dans son tout, autant elle est variable dans chacune de ses parties; et si nous l'embrassons dans toute son étendue, nous ne pourrons douter qu'elle ne soit aujourd'hui très-différente de ce qu'elle étoit au commencement et de ce qu'elle est devenue dans la succession des temps : ce sont

ces changemens divers que nous appelons ses époques. La Nature s'est trouvée dans différens états; la surface de la Terre a pris successivement des formes différentes; les cieux même ont varié, et toutes les choses de l'univers physique sont, comme celles du monde moral, dans un mouvement continuel de variations successives. Par exemple, l'état dans lequel nous voyons aujourd'hui la Nature, est autant notre ouvrage que le sien; nous avons su la tempérer, la modifier, la plier à nos besoins, à nos desirs; nous avons sondé, cultivé, fécondé la terre : l'aspect sous lequel elle se présente, est donc bien différent de celui des temps antérieurs à l'invention des arts. L'âge d'or de la morale, ou plutôt de la fable, n'étoit que l'âge de fer de la physique et de la vérité. L'homme de ce temps, encore à demi sauvage, dispersé, peu nombreux, ne sentoit pas sa puissance, ne connoissoit pas sa vraie richesse; le trésor de ses lumières étoit enfoui; il ignoroit la force des volontés unies, et ne se doutoit pas que, par la société et par des travaux suivis et concertés, il viendroit à bout d'imprimer ses idées sur la face entière de l'univers.

Aussi faut-il aller chercher et voir la Nature dans ces régions nouvellement découvertes, dans ces contrées de tout temps inhabitées, pour se former une idée de son état ancien; et cet ancien état est encore bien moderne en comparaison de celui où nos continens terrestres étoient couverts par les eaux, où les poissons habitoient sur nos plaines, où nos montagnes formoient les écueils des mers : combien de changemens et de différens états ont dû se succéder depuis ces temps antiques (qui cependant n'étoient pas les premiers) jusqu'aux âges de l'histoire! que de choses ensevelies! combien d'événemens entièrement oubliés! que de révolutions antérieures à la mémoire des hommes! Il a fallu une très-longue suite d'observations, il a fallu trente siècles de culture à l'esprit humain, seulement pour reconnoître l'état présent des choses. La Terre n'est pas encore entièrement découverte; ce n'est que depuis peu qu'on a déterminé sa figure; ce n'est que de nos jours qu'on s'est élevé à la théorie de sa forme intérieure, et qu'on a démontré l'ordre et la disposition des matières dont elle est composée : ce n'est donc que de cet

instant où l'on peut commencer à comparer la Nature avec elle-même, et remonter de son état actuel et connu à quelques époques d'un état plus ancien.

Mais comme il s'agit ici de percer la nuit des temps, de reconnoître par l'inspection des choses actuelles l'ancienne existence des choses anéanties, et de remonter par la seule force des faits subsistans à la vérité historique des faits ensevelis; comme il s'agit, en un mot, de juger non seulement le passé moderne, mais le passé le plus ancien, par le seul présent, et que, pour nous élever jusqu'à ce point de vue, nous avons besoin de toutes nos forces réunies, nous emploierons trois grands moyens : 1°. les faits qui peuvent nous rapprocher de l'origine de la Nature; 2°. les monumens qu'on doit regarder comme les témoins de ses premiers âges; 3°. les traditions qui peuvent nous donner quelque idée des âges subséquens; après quoi nous tâcherons de lier le tout par des analogies, et de former une chaîne qui, du sommet de l'échelle du temps, descendra jusqu'à nous.

PREMIER FAIT.

La Terre est élevée sur l'équateur et abaissée sous les poles, dans la proportion qu'exigent les lois de la pesanteur et de la force centrifuge.

SECOND FAIT.

Le globe terrestre a une chaleur intérieure qui lui est propre, et qui est indépendante de celle que les rayons du Soleil peuvent lui communiquer.

TROISIÈME FAIT.

La chaleur que le Soleil envoie à la Terre est assez petite, en comparaison de la chaleur propre du globe terrestre; et cette chaleur envoyée par le Soleil ne seroit pas seule suffisante pour maintenir la Nature vivante.

QUATRIÈME FAIT.

Les matières qui composent le globe de la Terre, sont en général de la nature du verre, et peuvent être toutes réduites en verre.

CINQUIÈME FAIT.

On trouve sur toute la surface de la Terre,

et même sur les montagnes, jusqu'à quinze cents et deux mille toises de hauteur, une immense quantité de coquilles et d'autres débris des productions de la mer.

EXAMINONS d'abord si, dans ces faits que je veux employer, il n'y a rien qu'on puisse raisonnablement contester. Voyons si tous sont prouvés, ou du moins peuvent l'être; après quoi nous passerons aux inductions que l'on doit en tirer.

Le premier fait du renflement de la Terre à l'équateur et de son applatissement aux poles, est mathématiquement démontré et physiquement prouvé par la théorie de la gravitation et par les expériences du pendule. Le globe terrestre a précisément la figure que prendroit un globe fluide qui tourneroit sur lui-même avec la vîtesse que nous connoissons au globe de la Terre. Ainsi la première conséquence qui sort de ce fait incontestable, c'est que la matière dont notre Terre est composée, étoit dans un état de fluidité au moment qu'elle a pris sa forme, et ce moment est celui où elle a commencé à tourner sur elle-même: car si la Terre n'eût

pas été fluide, et qu'elle eût eu la même consistance que nous lui voyons aujourd'hui, il est évident que cette matière consistante et solide n'auroit pas obéi à la loi de la force centrifuge, et que par conséquent, malgré la rapidité de son mouvement de rotation, la Terre, au lieu d'être un sphéroïde renflé sur l'équateur et applati sous les poles, seroit au contraire une sphère exacte, et qu'elle n'auroit jamais pu prendre d'autre figure que celle d'un globe parfait, en vertu de l'attraction mutuelle de toutes les parties de la matière dont elle est composée.

Or, quoiqu'en général toute fluidité ait la chaleur pour cause, puisque l'eau même, sans la chaleur, ne formeroit qu'une substance solide, nous avons deux manières différentes de concevoir la possibilité de cet état primitif de fluidité dans le globe terrestre, parce qu'il semble d'abord que la Nature ait deux moyens pour l'opérer. Le premier est la dissolution ou même le délaiement des matières terrestres dans l'eau; et le second, leur liquéfaction par le feu. Mais l'on sait que le plus grand nombre des matières solides qui composent le globe terrestre,

ne sont pas dissolubles dans l'eau; et en même temps l'on voit que la quantité d'eau est si petite en comparaison de celle de la matière aride, qu'il n'est pas possible que l'une ait jamais été délayée dans l'autre. Ainsi cet état de fluidité dans lequel s'est trouvée la masse entière de la Terre, n'ayant pu s'opérer, ni par la dissolution, ni par le délaiement dans l'eau, il est nécessaire que cette fluidité ait été une liquéfaction causée par le feu.

Cette juste conséquence, déja très-vraisemblable par elle-même, prend un nouveau degré de probabilité par le second fait, et devient une certitude par le troisième fait. La chaleur intérieure du globe, encore actuellement subsistante, et beaucoup plus grande que celle qui nous vient du Soleil, nous démontre que cet ancien feu qu'a éprouvé le globe, n'est pas encore, à beaucoup près, entièrement dissipé: la surface de la Terre est plus refroidie que son intérieur. Des expériences certaines et réitérées nous assurent que la masse entière du globe a une chaleur propre et tout-à-fait indépendante de celle du Soleil: cette chaleur nous est démontrée par la comparaison

de nos hivers à nos étés * ; et on la reconnoît d'une manière encore plus palpable dès qu'on pénètre au-dedans de la terre ; elle est constante en tous lieux pour chaque profondeur, et elle paroît augmenter à mesure que l'on descend [1]. Mais que sont nos travaux en comparaison de ceux qu'il faudroit faire pour reconnoître les degrés successifs de cette chaleur intérieure dans les profondeurs du globe ? Nous avons fouillé les montagnes à quelques centaines de toises pour en tirer les métaux ; nous avons fait dans les plaines des puits de quelques centaines de pieds : ce sont-là nos plus grandes excavations, ou plutôt nos fouilles les plus profondes ; elles effleurent à peine la première écorce du globe, et néanmoins la chaleur intérieure y est déja plus sensible qu'à la surface : on doit donc présumer que si l'on pénétroit plus avant, cette chaleur seroit plus grande, et que les parties voisines du centre de la Terre sont plus

* Voyez dans cet ouvrage, l'article qui a pour titre, *Des Élémens*, et particulièrement les deux Mémoires *sur la température des planètes*.

[1] Voyez, ci-après, les notes justificatives des faits.

chaudes que celles qui en sont éloignées, comme l'on voit dans un boulet rougi au feu l'incandescence se conserver dans les parties voisines du centre long-temps après que la surface a perdu cet état d'incandescence et de rougeur. Ce feu, ou plutôt cette chaleur intérieure de la Terre, est encore indiquée par les effets de l'électricité, qui convertit en éclairs lumineux cette chaleur obscure; elle nous est démontrée par la température de l'eau de la mer, laquelle aux mêmes profondeurs est à peu près égale à celle de l'intérieur de la terre [2]. D'ailleurs il est aisé de prouver que la liquidité des eaux de la mer en général ne doit point être attribuée à la puissance des rayons solaires, puisqu'il est démontré par l'expérience que la lumière du Soleil ne pénètre qu'à six cents pieds [3] à travers l'eau la plus limpide, et que par conséquent sa chaleur n'arrive peut-être pas au quart de cette épaisseur, c'est-à-dire, à cent cinquante pieds [4]. Ainsi toutes les eaux qui

[2] Voyez, ci-après, les notes justificatives des faits.

[3] Voyez *ibidem*.

[4] Voyez *ibidem*.

sont au-dessous de cette profondeur seroient glacées sans la chaleur intérieure de la Terre, qui seule peut entretenir leur liquidité. Et de même il est encore prouvé par l'expérience que la chaleur des rayons solaires ne pénètre pas à quinze ou vingt pieds dans la terre, puisque la glace se conserve à cette profondeur pendant les étés les plus chauds. Donc il est démontré qu'il y a au-dessous du bassin de la mer, comme dans les premières couches de la terre, une émanation continuelle de chaleur qui entretient la liquidité des eaux et produit la température de la Terre; donc il existe dans son intérieur une chaleur qui lui appartient en propre, et qui est tout-à-fait indépendante de celle que le Soleil peut lui communiquer.

Nous pouvons encore confirmer ce fait général par un grand nombre de faits particuliers. Tout le monde a remarqué, dans le temps des frimas, que la neige se fond dans tous les endroits où les vapeurs de l'intérieur de la terre ont une libre issue, comme sur les puits, les aqueducs recouverts, les voûtes, les citernes, etc. tandis que sur tout le reste de l'espace où la terre resserrée par

la gelée intercepte ces vapeurs, la neige subsiste et se gèle au lieu de fondre. Cela seul suffiroit pour démontrer que ces émanations de l'intérieur de la terre ont un degré de chaleur très-réel et sensible. Mais il est inutile de vouloir accumuler ici de nouvelles preuves d'un fait constaté par l'expérience et par les observations ; il nous suffit qu'on ne puisse désormais le révoquer en doute, et qu'on reconnoisse cette chaleur intérieure de la Terre comme un fait réel et général, duquel, comme des autres faits généraux de la Nature, on doit déduire les effets particuliers.

Il en est de même du quatrième fait : on ne peut pas douter, d'après les preuves démonstratives que nous en avons données dans plusieurs articles de notre Théorie de la Terre, que [5] les matières dont le globe est composé ne soient de la nature du verre : le fond des minéraux, des végétaux et des animaux, n'est qu'une matière vitrescible ; car tous leurs résidus, tous leurs détrimens ultérieurs, peuvent se réduire en verre. Les

[5] Voyez, ci-après, les notes justificatives des faits.

matières que les chimistes ont appelées *réfractaires*, celles qu'ils regardent comme infusibles, parce qu'elles résistent au feu de leurs fourneaux sans se réduire en verre, peuvent néanmoins s'y réduire par l'action d'un feu plus violent. Ainsi toutes les matières qui composent le globe de la Terre, du moins toutes celles qui nous sont connues, ont le verre pour base de leur substance[6], et nous pouvons, en leur faisant subir la grande action du feu, les réduire toutes ultérieurement à leur premier état.

La liquéfaction primitive de la masse entière de la Terre par le feu est donc prouvée dans toute la rigueur qu'exige la plus stricte logique : d'abord *à priori*, par le premier fait de son élévation sur l'équateur et de son abaissement sous les poles; 2°. *ab actu*, par le second et le troisième fait de la chaleur intérieure de la Terre encore subsistante; 3°. *à posteriori*, par le quatrième fait, qui nous démontre le produit de cette action du feu, c'est-à-dire le verre, dans toutes les substances terrestres.

[6] Voyez, ci-après, les notes justificatives des faits.

Mais quoique les matières qui composent le globe de la Terre aient été primitivement de la nature du verre, et qu'on puisse aussi les y réduire ultérieurement, on doit cependant les distinguer et les séparer relativement aux différens états où elles se trouvent avant ce retour à leur première nature, c'est-à-dire, avant leur réduction en verre par le moyen du feu. Cette considération est d'autant plus nécessaire ici, que seule elle peut nous indiquer en quoi diffère la formation de ces matières : on doit donc les diviser d'abord en matières vitrescibles et en matières calcinables ; les premières n'éprouvant aucune action de la part du feu, à moins qu'il ne soit porté à un degré de force capable de les convertir en verre ; les autres, au contraire, éprouvant à un degré bien inférieur une action qui les réduit en chaux. La quantité des substances calcaires, quoique fort considérable sur la Terre, est néanmoins très-petite en comparaison de la quantité des matières vitrescibles. Le cinquième fait que nous avons mis en avant, prouve que leur formation est aussi d'un autre temps et d'un autre élément ; et l'on voit évidemment que toutes

les matières qui n'ont pas été produites immédiatement par l'action du feu primitif, ont été formées par l'intermède de l'eau, parce que toutes sont composées de coquilles et d'autres débris des productions de la mer. Nous mettons dans la classe des matières vitrescibles le roc vif, les quartz, les sables, les grès et granits, les ardoises, les schistes, les argilles, les métaux et minéraux métalliques : ces matières, prises ensemble, forment le vrai fonds du globe et en composent la principale et très-grande partie ; toutes ont originairement été produites par le feu primitif. Le sable n'est que du verre en poudre ; les argilles, des sables pourris dans l'eau ; les ardoises et les schistes, des argilles desséchées et durcies ; le roc vif, les grès, le granit, ne sont que des masses vitreuses ou des sables vitrescibles sous une forme concrète ; les cailloux, les crystaux, les métaux et la plupart des autres minéraux, ne sont que les stillations, les exsudations ou les sublimations de ces premières matières, qui toutes nous décèlent leur origine primitive et leur nature commune par leur aptitude à se réduire immédiatement en verre.

Mais les sables et graviers calcaires, les craies, la pierre de taille, le moellon, les marbres, les albâtres, les spaths calcaires, opaques et transparens, toutes les matières, en un mot, qui se convertissent en chaux, ne présentent pas d'abord leur première nature : quoiqu'originairement de verre comme toutes les autres, ces matières calcaires ont passé par des filières qui les ont dénaturées ; elles ont été formées dans l'eau ; toutes sont entièrement composées de madrépores, de coquilles et de détrimens des dépouilles de ces animaux aquatiques, qui seuls savent convertir le liquide en solide et transformer l'eau de la mer en pierre *. Les marbres communs et les autres pierres calcaires sont composés de coquilles entières et de morceaux de coquilles, de madrépores, d'as-

* On peut se former une idée nette de cette conversion. L'eau de la mer tient en dissolution des particules de terre qui, combinées avec la matière animale, concourent à former les coquilles par le mécanisme de la digestion de ces animaux testacés ; comme la soie est le produit du parenchyme des feuilles, combiné avec la matière animale du ver à soie.

troïtes, etc. dont toutes les parties sont encore évidentes ou très-reconnoissables : les graviers ne sont que les débris des marbres et des pierres calcaires que l'action de l'air et des gelées détache des rochers, et l'on peut faire de la chaux avec ces graviers comme l'on en fait avec le marbre ou la pierre; on peut en faire aussi avec les coquilles mêmes, et avec la craie et les tufs, lesquels ne sont encore que des débris ou plutôt des détrimens de ces mêmes matières. Les albâtres, et les marbres qu'on doit leur comparer lorsqu'ils contiennent de l'albâtre, peuvent être regardés comme de grandes stalactites qui se forment aux dépens des autres marbres et des pierres communes : les spaths calcaires se forment de même par l'exsudation ou la stillation dans les matières calcaires, comme le crystal de roche se forme dans les matières vitrescibles. Tout cela peut se prouver par l'inspection de ces matières et par l'examen attentif des monumens de la Nature.

PREMIERS MONUMENS.

On trouve à la surface et à l'intérieur de la terre des coquilles et autres productions de

la mer; et toutes les matières qu'on appelle *calcaires* sont composées de leurs détrimens.

SECONDS MONUMENS.

En examinant ces coquilles et autres productions marines que l'on tire de la terre en France, en Angleterre, en Allemagne et dans le reste de l'Europe, on reconnoît qu'une grande partie des espèces d'animaux auxquels ces dépouilles ont appartenu, ne se trouvent pas dans les mers adjacentes, et que ces espèces ou ne subsistent plus, ou ne se trouvent que dans les mers méridionales : de même on voit dans les ardoises et dans d'autres matières, à de grandes profondeurs, des impressions de poissons et de plantes dont aucune espèce n'appartient à notre climat, et lesquelles n'existent plus, ou ne se trouvent subsistantes que dans les climats méridionaux.

TROISIÈMES MONUMENS.

On trouve en Sibérie et dans les autres contrées septentrionales de l'Europe et de l'Asie, des squelettes, des défenses, des ossemens d'éléphant, d'hippopotame et de rhi-

nocéros, en assez grande quantité pour être assuré que les espèces de ces animaux, qui ne peuvent se propager aujourd'hui que dans les terres du Midi, existoient et se propageoient autrefois dans les terres du Nord; et l'on a observé que ces dépouilles d'éléphant et d'autres animaux terrestres se présentent à une assez petite profondeur, au lieu que les coquilles et les autres débris des productions de la mer se trouvent enfouis à de plus grandes profondeurs dans l'intérieur de la terre.

QUATRIÈMES MONUMENS.

On trouve des défenses et des ossemens d'éléphant, ainsi que des dents d'hippopotame, non seulement dans les terres du nord de notre continent, mais aussi dans celles du nord de l'Amérique, quoique les espèces de l'éléphant et de l'hippopotame n'existent point dans ce continent du nouveau monde.

CINQUIÈMES MONUMENS.

On trouve dans le milieu des continens, dans les lieux les plus éloignés des mers, un

nombre infini de coquilles dont la plupart appartiennent aux animaux de ce genre actuellement existans dans les mers méridionales et dont plusieurs autres n'ont aucun analogue vivant, en sorte que les espèces en paroissent perdues et détruites par des causes jusqu'à présent inconnues.

En comparant ces monumens avec les faits, on voit d'abord que le temps de la formation des matières vitrescibles est bien plus reculé que celui de la composition des substances calcaires ; et il paroît qu'on peut déja distinguer quatre et même cinq époques dans la plus grande profondeur des temps : la première, où la matière du globe étant en fusion par le feu, la Terre a pris sa forme, et s'est élevée sur l'équateur et abaissée sous les poles par son mouvement de rotation ; la seconde, où cette matière du globe s'étant consolidée, a formé les grandes masses de matières vitrescibles ; la troisième, où la mer couvrant la terre actuellement habitée, a nourri les animaux à coquilles dont les dépouilles ont formé les substances calcaires ; et la quatrième, où s'est faite la retraite de

ces mêmes mers qui couvroient nos continens. Une cinquième époque, tout aussi clairement indiquée que les quatre premières, est celle du temps où les éléphans, les hippopotames et les autres animaux du Midi ont habité les terres du Nord : cette époque est évidemment postérieure à la quatrième, puisque les dépouilles de ces animaux terrestres se trouvent presque à la surface de la terre, au lieu que celles des animaux marins sont, pour la plupart et dans les mêmes lieux, enfouies à de grandes profondeurs.

Quoi ! dira-t-on, les éléphans et les autres animaux du Midi ont autrefois habité les terres du Nord ? Ce fait, quelque singulier, quelqu'extraordinaire qu'il puisse paroître, n'en est pas moins certain. On a trouvé et on trouve encore tous les jours en Sibérie, en Russie, et dans les autres contrées septentrionales de l'Europe et de l'Asie, de l'ivoire en grande quantité ; ces défenses d'éléphant se tirent à quelques pieds sous terre, ou se découvrent par les eaux lorsqu'elles font tomber les terres du bord des fleuves : on trouve ces ossemens et défenses d'éléphant en tant de

lieux différens et en si grand nombre, qu'on ne peut plus se borner à dire que ce sont les dépouilles de quelques éléphans amenés par les hommes dans ces climats froids ; on est maintenant forcé, par les preuves réitérées, de convenir que ces animaux étoient autrefois habitans naturels des contrées du Nord, comme ils le sont aujourd'hui des contrées du Midi ; et ce qui paroît encore rendre le fait plus merveilleux, c'est-à-dire, plus difficile à expliquer, c'est qu'on trouve ces dépouilles des animaux du midi de notre continent non seulement dans les provinces de notre nord, mais aussi dans les terres du Canada et des autres parties de l'Amérique septentrionale. Nous avons au Cabinet du roi plusieurs défenses et un grand nombre d'ossemens d'éléphant trouvés en Sibérie ; nous avons d'autres défenses et d'autres os d'éléphant qui ont été trouvés en France, et enfin nous avons des défenses d'éléphant et des dents d'hippopotame trouvées en Amérique dans les terres voisines de la rivière d'Oyo. Il est donc nécessaire que ces animaux, qui ne peuvent subsister et ne subsistent en effet aujourd'hui que dans les pays chauds, aient

autrefois existé dans les climats du Nord, et que, par conséquent, cette zone froide fût alors aussi chaude que l'est aujourd'hui notre zone torride ; car il n'est pas possible que la forme constitutive, ou, si l'on veut, l'habitude réelle du corps des animaux, qui est ce qu'il y a de plus fixe dans la Nature, ait pu changer au point de donner le tempérament du renne à l'éléphant, ni de supposer que jamais ces animaux du Midi, qui ont besoin d'une grande chaleur pour subsister, eussent pu vivre et se multiplier dans les terres du Nord, si la température du climat eût été aussi froide qu'elle l'est aujourd'hui. M. Gmelin, qui a parcouru la Sibérie, et qui a ramassé lui-même plusieurs ossemens d'éléphant dans ces terres septentrionales, cherche à rendre raison du fait, en supposant que de grandes inondations survenues dans les terres méridionales ont chassé les éléphans vers les contrées du Nord, où ils auront tous péri à la fois par la rigueur du climat. Mais cette cause supposée n'est pas proportionnelle à l'effet : on a peut-être déja tiré du Nord plus d'ivoire que tous les éléphans des Indes actuellement vivans n'en

pourroient fournir; on en tirera bien davantage avec le temps lorsque ces vastes déserts du Nord, qui sont à peine reconnus, seront peuplés, et que les terres en seront remuées et fouillées par les mains de l'homme. D'ailleurs il seroit bien étrange que ces animaux eussent pris la route qui convenoit le moins à leur nature, puisqu'en les supposant poussés par des inondations du Midi, il leur restoit deux fuites naturelles vers l'Orient et vers l'Occident. Et pourquoi fuir jusqu'au soixantième degré du Nord lorsqu'ils pouvoient s'arrêter en chemin, ou s'écarter à côté dans des terres plus heureuses? Et comment concevoir que, par une inondation des mers méridionales, ils aient été chassés à mille lieues dans notre continent et à plus de trois mille lieues dans l'autre? Il est impossible qu'un débordement de la mer des grandes Indes ait envoyé des éléphans en Canada ni même en Sibérie, et il est également impossible qu'ils y soient arrivés en nombre aussi grand que l'indiquent leurs dépouilles.

Étant peu satisfait de cette explication, j'ai pensé qu'on pouvoit en donner une autre plus plausible et qui s'accorde parfaitement

avec ma théorie de la Terre. Mais, avant de la présenter, j'observerai, pour prévenir toutes difficultés, 1°. que l'ivoire qu'on trouve en Sibérie et en Canada est certainement de l'ivoire d'éléphant, et non pas de l'ivoire de morse ou vache marine, comme quelques voyageurs l'ont prétendu : on trouve aussi dans les terres septentrionales de l'ivoire fossile de morse; mais il est différent de celui de l'éléphant, et il est facile de les distinguer par la comparaison de leur texture intérieure. Les défenses, les dents mâchelières, les omoplates, les fémurs et les autres ossemens trouvés dans les terres du Nord sont certainement des os d'éléphant; nous les avons comparés aux différentes parties respectives du squelette entier de l'éléphant, et l'on ne peut douter de leur identité d'espèce. Les grosses dents quarrées trouvées dans ces mêmes terres du Nord, dont la face qui broie est en forme de trèfle, ont tous les caractères des dents molaires de l'hippopotame; et ces autres énormes dents dont la face qui broie est composée de grosses pointes mousses, ont appartenu à une espèce détruite aujourd'hui sur la terre, comme les grandes

volutes appelées *cornes d'Ammon* sont actuellement détruites dans la mer.

2°. Les os et les défenses de ces anciens éléphans sont au moins aussi grands et aussi gros que ceux des éléphans actuels [7], auxquels nous les avons comparés; ce qui prouve que ces animaux n'habitoient pas les terres du Nord par force, mais qu'ils y existoient dans leur état de nature et de pleine liberté, puisqu'ils y avoient acquis leurs plus hautes dimensions et pris leur entier accroissement. Ainsi l'on ne peut pas supposer qu'ils y aient été transportés par les hommes; le seul état de captivité, indépendamment de la rigueur du climat [8], les auroit réduits au quart ou au tiers de la grandeur que nous montrent leurs dépouilles.

3°. La grande quantité que l'on en a déja trouvée par hasard dans ces terres presque désertes où personne ne cherche, suffit pour démontrer que ce n'est ni par un seul ou plusieurs accidens, ni dans un seul et même temps, que quelques individus de cette espèce

[7] Voyez, ci-après, les notes justificatives des faits.

[8] Voyez *ibidem*.

se sont trouvés dans ces contrées du Nord, mais qu'il est de nécessité absolue que l'espèce même y ait autrefois existé, subsisté et multiplié, comme elle existe, subsiste et se multiplie aujourd'hui dans les contrées du Midi.

Cela posé, il me semble que la question se réduit à savoir, ou plutôt consiste à chercher s'il y a ou s'il y a eu une cause qui ait pu changer la température dans les différentes parties du globe au point que les terres du Nord, aujourd'hui très-froides, aient autrefois éprouvé le degré de chaleur des terres du Midi.

Quelques physiciens pourroient penser que cet effet a été produit par le changement de l'obliquité de l'écliptique, parce qu'à la première vue ce changement semble indiquer que l'inclinaison de l'axe du globe n'étant pas constante, la Terre a pu tourner autrefois sur un axe assez éloigné de celui sur lequel elle tourne aujourd'hui, pour que la Sibérie se fût alors trouvée sous l'équateur. Les astronomes ont observé que le changement de l'obliquité de l'écliptique est d'environ 45 secondes par siècle : donc, en supposant cette augmentation successive et constante, il ne faut que soixante siecles

pour produire une différence de 45 minutes, et trois mille six cents siècles pour donner celle de 45 degrés; ce qui rameneroit le 60e degré de latitude au 15e, c'est-à-dire, les terres de la Sibérie, où les éléphans ont autrefois existé, aux terres de l'Inde où ils vivent aujourd'hui. Or il ne s'agit : dira-t-on, que d'admettre dans le passé cette longue période de temps pour rendre raison du séjour des éléphans en Sibérie : il y a trois cent soixante mille ans que la Terre tournoit sur un axe éloigné de 45 degrés de celui sur lequel elle tourne aujourd'hui; le 15e degré de latitude actuelle étoit alors le 60e, etc.

A cela je réponds que cette idée et le moyen d'explication qui en résulte ne peuvent pas se soutenir lorsqu'on vient à les examiner : le changement de l'obliquité de l'écliptique n'est pas une diminution ou une augmentation successive et constante ; ce n'est au contraire qu'une variation limitée, et qui se fait tantôt en un sens et tantôt en un autre, laquelle par conséquent n'a jamais pu produire en aucun sens ni pour aucun climat cette différence de 45 degrés d'incli-

naison ; car la variation de l'obliquité de l'axe de la Terre est causée par l'action des planètes, qui déplacent l'écliptique sans affecter l'équateur. En prenant la plus puissante de ces attractions, qui est celle de Vénus, il faudroit douze cent soixante mille ans pour qu'elle pût faire changer de 180 degrés la situation de l'écliptique sur l'orbite de Vénus, et par conséquent produire un changement de 6 degrés 47 minutes dans l'obliquité réelle de l'axe de la Terre, puisque 6 degrés 47 minutes sont le double de l'inclinaison de l'orbite de Vénus. De même l'action de Jupiter ne peut, dans un espace de neuf cent trente-six mille ans, changer l'obliquité de l'écliptique que de 2 degrés 38 minutes, et encore cet effet est-il en partie compensé par le précédent; en sorte qu'il n'est pas possible que ce changement de l'obliquité de l'axe de la Terre aille jamais à 6 degrés, à moins de supposer que toutes les orbites des planètes changeront elles-mêmes, supposition que nous ne pouvons ni ne devons admettre, puisqu'il n'y a aucune cause qui puisse produire cet effet. Et comme on ne peut juger du passé que par l'inspection du présent et

par la vue de l'avenir, il n'est pas possible, quelque loin qu'on veuille reculer les limites du temps, de supposer que la variation de l'écliptique ait jamais pu produire une différence de plus de 6 degrés dans les climats de la Terre : ainsi cette cause est tout-à-fait insuffisante, et l'explication qu'on voudroit en tirer doit être rejetée.

Mais je puis donner cette explication si difficile, et la déduire d'une cause immédiate. Nous venons de voir que le globe terrestre, lorsqu'il a pris sa forme, étoit dans un état de fluidité ; et il est démontré que l'eau n'ayant pu produire la dissolution des matières terrestres, cette fluidité étoit une liquefaction causée par le feu. Or pour passer de ce premier état d'embrasement et de liquéfaction à celui d'une chaleur douce et tempérée, il a fallu du temps : le globe n'a pu se refroidir tout-à-coup au point où il l'est aujourd'hui. Ainsi, dans les premiers temps après sa formation, la chaleur propre de la Terre étoit infiniment plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil, puisqu'elle est encore beaucoup plus grande aujourd'hui ; ensuite ce grand feu s'etant dissipé peu à

peu, le climat du pole a éprouvé, comme tous les autres climats, des degrés successifs de moindre chaleur et de refroidissement. Il y a donc eu un temps et même une longue suite de temps pendant laquelle les terres du Nord, après avoir brûlé comme toutes les autres, ont joui de la même chaleur dont jouissent aujourd'hui les terres du Midi : par conséquent ces terres septentrionales ont pu et dû être habitées par les animaux qui habitent actuellement les terres méridionales, et auxquels cette chaleur est nécessaire. Dès lors le fait, loin d'être extraordinaire, se lie parfaitement avec les autres faits, et n'en est qu'une simple conséquence : au lieu de s'opposer à la théorie de la Terre que nous avons établie, ce même fait en devient au contraire une preuve accessoire, qui ne peut que la confirmer dans le point le plus obscur, c'est-à-dire, lorsqu'on commence à tomber dans cette profondeur du temps où la lumière du génie semble s'éteindre, et où, faute d'observations, elle paroît ne pouvoir nous guider pour aller plus loin.

Une sixième époque postérieure aux cinq autres est celle de la séparation des deux

continens. Il est sûr qu'ils n'étoient pas séparés dans le temps que les éléphans vivoient également dans les terres du nord de l'Amérique, de l'Europe et de l'Asie : je dis également; car on trouve de même leurs ossemens en Sibérie, en Russie et au Canada. La séparation des continens ne s'est donc faite que dans des temps postérieurs à ceux du séjour de ces animaux dans les terres septentrionales : mais comme l'on trouve aussi des défenses d'éléphant en Pologne, en Allemagne, en France, en Italie [9], on doit en conclure qu'à mesure que les terres septentrionales se refroidissoient, ces animaux se retiroient vers les contrées des zones tempérées où la chaleur du Soleil et la plus grande épaisseur du globe compensoient la perte de la chaleur intérieure de la Terre; et qu'enfin ces zones s'étant aussi trop refroidies avec le temps, ils ont successivement gagné les climats de la zone torride, qui sont ceux où la chaleur intérieure s'est conservée le plus long-temps par la plus grande épaisseur du sphéroïde de la Terre, et les seuls où cette

[9] Voyez, ci-après, les notes justificatives des faits.

chaleur, réunie avec celle du Soleil, soit encore assez forte aujourd'hui pour maintenir leur nature et soutenir leur propagation.

De même on trouve en France et dans toutes les autres parties de l'Europe, des coquilles, des squelettes et des vertèbres d'animaux marins qui ne peuvent subsister que dans les mers les plus méridionales. Il est donc arrivé, pour les climats de la mer, le même changement de température que pour ceux de la terre ; et ce second fait s'expliquant, comme le premier, par la même cause, paroît confirmer le tout au point de la démonstration.

Lorsque l'on compare ces anciens monumens du premier âge de la Nature vivante avec ses productions actuelles, on voit évidemment que la forme constitutive de chaque animal s'est conservée la même et sans altération dans ses principales parties : le type de chaque espèce n'a point changé ; le moule intérieur a conservé sa forme et n'a point varié. Quelque longue qu'on voulût imaginer la succession des temps, quelque nombre de générations qu'on admette ou qu'on

suppose, les individus de chaque genre représentent aujourd'hui les formes de ceux des premiers siècles, sur-tout dans les espèces majeures, dont l'empreinte est plus ferme et la nature plus fixe ; car les espèces inférieures ont, comme nous l'avons dit, éprouvé d'une manière sensible tous les effets des différentes causes de dégénération : seulement il est à remarquer au sujet de ces espèces majeures, telles que l'éléphant et l'hippopotame, qu'en comparant leurs dépouilles antiques avec celles de notre temps, on voit qu'en général ces animaux étoient alors plus grands qu'ils ne le sont aujourd'hui ; la Nature étoit dans sa première vigueur ; la chaleur intérieure de la Terre donnoit à ses productions toute la force et toute l'étendue dont elles étoient susceptibles. Il y a eu, dans ce premier âge, des géans en tout genre ; les nains et les pygmées sont arrivés depuis, c'est-à-dire, après le refroidissement : et si (comme d'autres monumens semblent le démontrer) il y a eu des espèces perdues, c'est-à-dire, des animaux qui aient autrefois existé et qui n'existent plus, ce ne peuvent être que ceux dont la nature exigeoit une chaleur plus

grande que la chaleur actuelle de la zone torride. Ces énormes dents molaires presque quarrées et à grosses pointes mousses, ces grandes volutes pétrifiées dont quelques-unes ont plusieurs pieds de diamètre [10], plusieurs autres poissons et coquillages fossiles dont on ne retrouve nulle part les analogues vivans, n'ont existé que dans ces premiers temps où la terre et la mer encore chaudes devoient nourrir des animaux auxquels ce degré de chaleur étoit nécessaire, et qui ne subsistent plus aujourd'hui, parce que probablement ils ont péri par le refroidissement.

Voilà donc l'ordre des temps indiqués par les faits et par les monumens ; voilà six époques dans la succession des premiers âges de la Nature, six espaces de durée dont les limites, quoiqu'indéterminées, n'en sont pas moins réelles ; car ces époques ne sont pas, comme celles de l'histoire civile, marquées par des points fixes, ou limitées par des siècles et d'autres portions du temps que nous puissions compter et mesurer exactement : néanmoins nous pouvons les com-

[10] Voyez, ci-après, les notes justificatives des faits.

parer entre elles, en évaluer la durée relative, et rappeler à chacune de ces périodes de durée d'autres monumens et d'autres faits qui nous indiqueront des dates contemporaines, et peut-être aussi quelques époques intermédiaires et subséquentes.

Mais, avant d'aller plus loin, hâtons-nous de prévenir une objection grave, qui pourroit même dégénérer en imputation. Comment accordez-vous, dira-t-on, cette haute ancienneté que vous donnez à la matière, avec les traditions sacrées, qui ne donnent au monde que six ou huit mille ans? Quelque fortes que soient vos preuves, quelque fondés que soient vos raisonnemens, quelqu'évidens que soient vos faits, ceux qui sont rapportés dans le Livre sacré ne sont-ils pas encore plus certains? Les contredire, n'est-ce pas manquer à Dieu, qui a eu la bonté de nous les révéler?

Je suis affligé toutes les fois qu'on abuse de ce grand, de ce saint nom de Dieu; je suis blessé toutes les fois que l'homme le profane, et qu'il prostitue l'idée du premier être en la substituant à celle du fantôme de ses opinions. Plus j'ai pénétré dans le sein de la

Nature, plus j'ai admiré et profondément respecté son auteur : mais un respect aveugle seroit superstition ; la vraie religion suppose au contraire un respect éclairé. Voyons donc, tâchons d'entendre sainement les premiers faits que l'interprète divin nous a transmis au sujet de la création ; recueillons avec soin ces rayons échappés de la lumière céleste : loin d'offusquer la vérité, ils ne peuvent qu'y ajouter un nouveau degré d'éclat et de splendeur.

« AU COMMENCEMENT DIEU CRÉA LE CIEL
» ET LA TERRE. »

Cela ne veut pas dire qu'au commencement Dieu créa le Ciel et la Terre *tels qu'ils sont*, puisqu'il est dit immédiatement après, *que la Terre étoit informe*, et que le Soleil, la Lune et les étoiles ne furent placés dans le Ciel qu'au quatrième jour de la création. On rendroit donc le texte contradictoire à lui-même, si l'on vouloit soutenir qu'*au commencement Dieu créa le Ciel et la Terre tels qu'ils sont.* Ce fut dans un temps subséquent qu'il les rendit en effet *tels qu'ils sont*,

en donnant la forme à la matière, et en plaçant le Soleil, la Lune et les étoiles, dans le Ciel. Ainsi, pour entendre sainement ces premières paroles, il faut nécessairement suppléer un mot qui concilie le tout, et lire : *Au commencement Dieu créa* **LA MATIÈRE** *du Ciel et de la Terre.*

Et *ce commencement*, ce premier temps, le plus ancien de tous, pendant lequel la matière du Ciel et de la Terre existoit sans forme déterminée, paroît avoir eu une longue durée ; car écoutons attentivement la parole de l'interprète divin.

« LA TERRE ÉTOIT INFORME ET TOUTE NUE,
« LES TENEBRES COUVROIENT LA FACE DE
« L'ABÎME, ET L'ESPRIT DE DIEU ÉTOIT
« PORTE SUR LES EAUX. »

La Terre *étoit*, les ténèbres *couvroient*, l'esprit de Dieu *étoit*. Ces expressions par l'imparfait du verbe n'indiquent-elles pas que c'est pendant un long espace de temps que la Terre a été informe et que les ténèbres ont couvert la face de l'abîme? Si cet état informe, si cette face ténébreuse de l'abîme

n'eussent existé qu'un jour, si même cet état n'eût pas duré long-temps, l'écrivain sacré, ou se seroit autrement exprimé, ou n'auroit fait aucune mention de ce moment des ténèbres; il eût passé de la création de la matière en général à la production de ses formes particulières, et n'auroit pas fait un repos appuyé, une pause marquée entre le premier et le second instant des ouvrages de Dieu. Je vois donc clairement que non seulement on peut, mais que même l'on doit, pour se conformer au sens du texte de l'Écriture sainte, regarder la création de la matière en général comme plus ancienne que les productions particulières et successives de ses différentes formes; et cela se confirme encore par la transition qui suit :

« OR DIEU DIT. »

Ce mot *or* suppose des choses faites et des choses à faire; c'est le projet d'un nouveau dessein, c'est l'indication d'un décret pour changer l'état ancien ou actuel des choses en un nouvel état.

« QUE LA LUMIÈRE SOIT FAITE, ET LA LU-
« MIÈRE FUT FAITE. »

Voilà la première parole de Dieu ; elle est si sublime et si prompte, qu'elle nous indique assez que la production de la lumière se fit en un instant : cependant la lumière ne parut pas d'abord ni tout-à-coup comme un éclair universel ; elle demeura pendant du temps confondue avec les ténèbres, et Dieu prit lui-même du temps pour la considérer ; car, est-il dit,

« DIEU VIT QUE LA LUMIÈRE ÉTOIT BONNE,
« ET IL SÉPARA LA LUMIÈRE D'AVEC LES
« TÉNÈBRES. »

L'acte de la séparation de la lumière d'avec les ténèbres est donc évidemment distinct et physiquement éloigné par un espace de temps de l'acte de sa production ; et ce temps, pendant lequel il plut à Dieu de la considérer pour voir *qu'elle étoit bonne*, c'est-à-dire, utile à ses desseins ; ce temps, dis-je, appartient encore et doit s'ajouter à celui du chaos qui ne commença à se débrouiller que quand la lumière fut séparée des ténèbres.

Voilà donc deux temps, voilà deux espaces de durée que le texte sacré nous force à reconnoître : le premier, entre la création de la matière en général et la production de la lumière; le second, entre cette production de la lumière et sa séparation d'avec les ténèbres. Ainsi, loin de manquer à Dieu en donnant à la matière plus d'ancienneté qu'au monde *tel qu'il est*, c'est au contraire le respecter autant qu'il est en nous, en conformant notre intelligence à sa parole. En effet, la lumière qui éclaire nos ames ne vient-elle pas de Dieu ? Les vérités qu'elle nous présente peuvent-elles être contradictoires avec celles qu'il nous a révélées ? Il faut se souvenir que son inspiration divine a passé par les organes de l'homme; que sa parole nous a été transmise dans une langue pauvre, dénuée d'expressions précises pour les idées abstraites, en sorte que l'interprète de cette parole divine a été obligé d'employer souvent des mots dont les acceptions ne sont déterminées que par les circonstances : par exemple, le mot *créer* et le mot *former* ou *faire* sont employés indistinctement pour signifier la même chose ou des choses sem-

blables, tandis que dans nos langues ces deux mots ont chacun un sens très-différent et très-déterminé : créer est tirer une substance du néant ; former ou faire, c'est la tirer de quelque chose sous une forme nouvelle ; et il paroît que le mot *créer* * appartient de préférence et peut-être uniquement au premier verset de la Genèse, dont la traduction précise en notre langue doit être : *Au commencement Dieu tira du néant la matière du Ciel et de la Terre ;* et ce qui prouve que ce mot *créer,* ou *tirer du néant,* ne doit s'appliquer qu'à ces premières paroles, c'est que toute la matière du Ciel et de la Terre ayant été créée ou tirée du néant dès le commencement, il n'est plus possible et par conséquent plus permis de supposer de nouvelles créations de matière, puisqu'alors *toute matière* n'auroit pas été créée dès le commencement. Par conséquent l'ouvrage des six jours ne peut s'entendre que comme une formation, une production de formes tirées de la

* Le mot ברא, *bara,* que l'on traduit ici par *créer,* se traduit dans tous les autres passages de l'Écriture, par *former* ou *faire*.

matière créée précédemment, et non pas comme d'autres créations de matières nouvelles tirées immédiatement du néant; et en effet, lorsqu'il est question de la lumière, qui est la première de ces formations ou productions tirées du sein de la matière, il est dit seulement, *que la lumière soit faite,* et non pas, *que la lumière soit créée.* Tout concourt donc à prouver que la matière ayant été créée *in principio,* ce ne fut que dans des temps subséquens qu'il plut au souverain Être de lui donner la forme, et qu'au lieu de tout créer et tout former dans le même instant, comme il l'auroit pu faire s'il eût voulu déployer toute l'étendue de sa toute-puissance, il n'a voulu au contraire qu'agir avec le temps, produire successivement, et mettre même des repos, des intervalles considérables, entre chacun de ses ouvrages. Que pouvons-nous entendre par les six jours que l'écrivain sacré nous désigne si précisément en les comptant les uns après les autres, sinon six espaces de temps, six intervalles de durée? Et ces espaces de temps indiqués par le nom de *jours,* faute d'autres expressions, ne peuvent avoir aucun rapport avec nos jours actuels, puis-

qu'il s'est passé successivement trois de ces jours avant que le Soleil ait été placé dans le ciel. Il n'est donc pas possible que ces jours fussent semblables aux nôtres ; et l'interprète de Dieu semble l'indiquer assez en les comptant toujours du soir au matin, au lieu que les jours solaires doivent se compter du matin au soir. Ces six jours n'étoient donc pas des jours solaires semblables aux nôtres, ni même des jours de lumière, puisqu'ils commençoient par le soir et finissoient au matin : ces jours n'étoient pas même égaux, car ils n'auroient pas été proportionnés à l'ouvrage. Ce ne sont donc que six espaces de temps : l'historien sacré ne détermine pas la durée de chacun ; mais le sens de la narration semble la rendre assez longue pour que nous puissions l'étendre autant que l'exigent les vérités physiques que nous avons à démontrer. Pourquoi donc se récrier si fort sur cet emprunt du temps que nous ne faisons qu'autant que nous y sommes forcés par la connoissance démonstrative des phénomènes de la Nature ? Pourquoi vouloir nous refuser ce temps, puisque Dieu nous le donne par sa propre parole, et qu'elle seroit contradictoire

ou inintelligible, si nous n'admettions pas l'existence de ces premiers temps antérieurs à la formation du monde *tel qu'il est?*

A la bonne heure que l'on dise, que l'on soutienne, même rigoureusement, que depuis le dernier terme, depuis la fin des ouvrages de Dieu, c'est-à-dire, depuis la création de l'homme, il ne s'est écoulé que six ou huit mille ans, parce que les différentes généalogies du genre humain depuis Adam n'en indiquent pas davantage; nous devons cette foi, cette marque de soumission et de respect, à la plus ancienne, à la plus sacrée de toutes les traditions; nous lui devons même plus, c'est de ne jamais nous permettre de nous écarter de la lettre de cette sainte tradition que quand *la lettre tue*, c'est-à-dire, quand elle paroît directement opposée à la saine raison et à la vérité des faits de la Nature : car toute raison, toute vérité venant également de Dieu, il n'y a de différence entre les vérités qu'il nous a révélées et celles qu'il nous a permis de découvrir par nos observations et nos recherches; il n'y a, dis-je, d'autre différence que celle d'une première faveur faite gratuitement, à une seconde

grace qu'il a voulu différer et nous faire mériter par nos travaux; et c'est par cette raison que son interprète n'a parlé aux premiers hommes, encore très-ignorans, que dans le sens vulgaire, et qu'il ne s'est pas élevé au-dessus de leurs connoissances, qui, bien loin d'atteindre au vrai système du monde, ne s'étendoient pas même au-delà des notions communes, fondées sur le simple rapport des sens; parce qu'en effet c'étoit au peuple qu'il falloit parler, et que la parole eût été vaine et inintelligible, si elle eût été telle qu'on pourroit la prononcer aujourd'hui, puisqu'aujourd'hui même il n'y a qu'un petit nombre d'hommes auxquels les vérités astronomiques et physiques soient assez connues pour n'en pouvoir douter, et qui puissent en entendre le langage.

Voyons donc ce qu'étoit la physique dans ces premiers âges du monde, et ce qu'elle seroit encore si l'homme n'eût jamais étudié la Nature. On voit le ciel comme une voûte d'azur dans lequel le Soleil et la Lune paroissent être les astres les plus considérables, dont le premier produit toujours la lumière du jour, et le second fait souvent celle de la

nuit; on les voit paroître ou se lever d'un côté, et disparoître ou se coucher de l'autre, après avoir fourni leur course et donné leur lumière pendant un certain espace de temps. On voit que la mer est de la même couleur que la voûte azurée, et qu'elle paroît toucher au ciel lorsqu'on la regarde au loin. Toutes les idées du peuple sur le systême du monde ne portent que sur ces trois ou quatre notions; et quelque fausses qu'elles soient, il falloit s'y conformer pour se faire entendre.

En conséquence de ce que la mer paroît dans le lointain se réunir au ciel, il étoit naturel d'imaginer qu'il existe en effet des eaux supérieures et des eaux inférieures, dont les unes remplissent le ciel et les autres la mer, et que, pour soutenir les eaux supérieures, il falloit un firmament, c'est-à-dire, un appui, une voûte solide et transparente, au travers de laquelle on apperçût l'azur des eaux supérieures; aussi est-il dit: *Que le firmament soit fait au milieu des eaux, et qu'il sépare les eaux d'avec les eaux. Et Dieu fit le firmament, et sépara les eaux qui étoient sous le firmament de celles qui étoient au-dessus du firmament, et Dieu donna au firmament le*

nom de ciel.... et à toutes les eaux rassemblées sous le firmament, le nom de mer. C'est à ces mêmes idées que se rapportent les cataractes du ciel, c'est-à-dire, les portes ou les fenêtres de ce firmament solide qui s'ouvrirent lorsqu'il fallut laisser tomber les eaux supérieures pour noyer la terre. C'est encore d'après ces mêmes idées qu'il est dit que les poissons et les oiseaux ont eu une origine commune. Les poissons auront été produits par les eaux inférieures, et les oiseaux par les eaux supérieures, parce qu'ils s'approchent par leur vol de la voûte azurée, que le vulgaire n'imagine pas être beaucoup plus élevée que les nuages. De même le peuple a toujours cru que les étoiles sont attachées comme des clous à cette voûte solide, qu'elles sont plus petites que la Lune, et infiniment plus petites que le Soleil : il ne distingue pas même les planètes des étoiles fixes; et c'est par cette raison qu'il n'est fait aucune mention des planètes dans tout le récit de la création; c'est par la même raison que la Lune y est regardée comme le second astre, quoique ce ne soit en effet que le plus petit de tous les corps célestes, etc. etc. etc.

Tout, dans le récit de Moïse, est mis à la portée de l'intelligence du peuple; tout y est représenté relativement à l'homme vulgaire, auquel il ne s'agissoit pas de démontrer le vrai systême du monde, mais qu'il suffisoit d'instruire de ce qu'il devoit au Créateur, en lui montrant les effets de sa toute-puissance comme autant de bienfaits : les vérités de la Nature ne devoient paroître qu'avec le temps, et le souverain Être se les réservoit comme le plus sûr moyen de rappeler l'homme à lui, lorsque sa foi, déclinant dans la suite des siècles, seroit devenue chancelante ; lorsqu'éloigné de son origine il pourroit l'oublier ; lorsqu'enfin trop accoutumé au spectacle de la Nature, il n'en seroit plus touché et viendroit à en méconnoître l'auteur. Il étoit donc nécessaire de raffermir de temps en temps et même d'agrandir l'idée de Dieu dans l'esprit et dans le cœur de l'homme. Or chaque découverte produit ce grand effet ; chaque nouveau pas que nous faisons dans la Nature nous rapproche du Créateur. Une vérité nouvelle est une espèce de miracle, l'effet en est le même, et elle ne diffère du vrai miracle qu'en ce que celui-ci

est un coup d'éclat que Dieu frappe immédiatement et rarement, au lieu qu'il se sert de l'homme pour découvrir et manifester les merveilles dont il a rempli le sein de la Nature; et que, comme ces merveilles s'opèrent à tout instant, qu'elles sont exposées de tout temps et pour tous les temps à sa contemplation, Dieu le rappelle incessamment à lui non seulement par le spectacle actuel, mais encore par le développement successif de ses œuvres.

Au reste, je ne me suis permis cette interprétation des premiers versets de la Genèse que dans la vue d'opérer un grand bien; ce seroit de concilier à jamais la science de la Nature avec celle de la théologie : elles ne peuvent, selon moi, être en contradiction qu'en apparence, et mon explication semble le démontrer. Mais si cette explication, quoique simple et très-claire, paroît insuffisante et même hors de propos à quelques esprits trop strictement attachés à la lettre, je les prie de me juger par l'intention, et de considérer que mon systême sur les époques de la Nature étant purement hypothétique, il ne peut nuire aux

vérités révélées, qui sont autant d'axiomes immuables, indépendans de toute hypothèse, et auxquels j'ai soumis et je soumets mes pensées.

NOTES JUSTIFICATIVES

DES FAITS

RAPPORTÉS DANS LES ÉPOQUES

DE LA NATURE.

Sur le premier discours.

[1] PAGE 291, ligne 5. *La chaleur propre et intérieure de la Terre paroît augmenter à mesure que l'on descend.*

« Il ne faut pas creuser bien avant pour trouver « d'abord une chaleur constante et qui ne varie plus, « quelle que soit la température de l'air à la surface « de la Terre. On sait que la liqueur du thermo- « mètre se soutient toujours sensiblement pendant « toute l'année à la même hauteur dans les caves de « l'Observatoire, qui n'ont pourtant que 84 pieds « ou 14 toises de profondeur depuis le rez-de-chaus- « sée. C'est pourquoi l'on fixe à ce point la hauteur « moyenne ou tempérée de notre climat. Cette cha-

« leur se soutient encore ordinairement et à peu de « chose près la même, depuis une semblable pro- « fondeur de 14 ou 15 toises jusqu'à 60, 80 ou 100 « toises et au-delà, plus ou moins, selon les cir- « constances, comme on l'éprouve dans les mines; « après quoi elle augmente et devient quelquefois si « grande, que les ouvriers ne sauroient y tenir et « y vivre, si on ne leur procuroit pas quelques « rafraîchissemens et un nouvel air, soit par des « *puits de respiration*, soit par des chûtes d'eau.... « M. de Gensanne a éprouvé dans les mines de « Giromagny, à trois lieues de Béfort, que le ther- « momètre étant porté à 52 toises de profondeur « verticale, se soutint à 10 degrés, comme dans « les caves de l'Observatoire; qu'à 106 toises de pro- « fondeur il étoit à 10 $\frac{1}{2}$ degrés, qu'à 158 toises il « monta à 15 $\frac{1}{3}$ degrés, et qu'à 222 toises de pro- « fondeur il s'éleva à 18 $\frac{1}{6}$ degrés ». (*Dissertation sur la glace*, par M. de Mairan; Paris, 1749; in-12; page 60 et suivantes.)

« Plus on descend à de grandes profondeurs dans « l'intérieur de la Terre, dit ailleurs M. de Gen- « sanne, plus on éprouve une chaleur sensible qui « va toujours en augmentant à mesure qu'on descend « plus bas: cela est au point, qu'à 1800 pieds de « profondeur au-dessous du sol du Rhin, pris à Hu- « ningue en Alsace, j'ai trouvé que la chaleur est

« déja assez forte pour causer à l'eau une évapora-
« tion sensible. On peut voir le détail de mes expé-
« riences à ce sujet dans la dernière édition de l'ex-
« cellent *Traité de la glace*, de feu mon illustre
« ami M. Dortous de Mairan ». (*Histoire naturelle du Languedoc*, tome I, page 24.)

« Tous les filons riches des mines de toute espèce, « dit M. Eller, sont dans les fentes perpendiculaires « de la Terre, et l'on ne sauroit déterminer la pro- « fondeur de ces fentes : il y en a en Allemagne où « l'on descend au-delà de 600 perches (*lachters*) *; « à mesure que les mineurs descendent, ils ren- « contrent une température d'air toujours plus « chaude ». (*Mémoire sur la génération des métaux*. Académie de Berlin, année 1733.)

[2] Page 292, ligne 12. *La température de l'eau de la mer est à peu près égale à celle de l'intérieur de la Terre à la même profondeur.* « Ayant « plongé un thermomètre dans la mer en différens « lieux et en différens temps, il s'est trouvé que la « température à 10, 20, 30 et 120 brasses, étoit « également de 10 degrés ou 10 ½ degrés ». Voyez l'*Histoire physique de la mer*, par Marsigli, page

* On assure que le *lachter* est une mesure à peu près égale à la brasse de 5 pieds de longueur; ce qui donne 3000 pieds de profondeur à ces mines.

16..... M. de Mairan fait à ce sujet une remarque très-judicieuse : « C'est que les eaux les plus chaudes, « qui sont à la plus grande profondeur, doivent, « comme plus légères, continuellement monter au-« dessus de celles qui le sont le moins ; ce qui don-« nera à cette grande couche liquide du globe ter-« restre une température à peu près égale, confor-« mément aux observations de Marsigli, excepté « vers la superficie actuellement exposée aux impres-« sions de l'air et où l'eau se gèle quelquefois avant « que d'avoir eu le temps de descendre par son poids « et son refroidissement ». (*Dissertation sur la glace*, page 69.)

[3] Page 292, ligne 17. *La lumière du Soleil ne pénètre tout au plus qu'à* 600 *pieds de profondeur dans l'eau de la mer.* Feu M. Bouguer, savant astronome de l'académie royale des sciences, a observé qu'avec seize morceaux de verre ordinaire dont on fait les vitres, appliqués les uns contre les autres, et faisant en tout une épaisseur de 9 $\frac{1}{2}$ lignes, la lumière passant au travers de ces seize morceaux de verre diminuoit deux cent quarante-sept fois, c'est-à-dire qu'elle étoit deux cent quarante-sept fois plus foible qu'avant d'avoir traversé ces seize morceaux de verre; ensuite il a placé soixante-quatorze morceaux de ce même verre à quelque distance les

uns des autres dans un tuyau, pour diminuer la lumière du Soleil jusqu'à extinction : cet astre étoit à 50 degrés de hauteur sur l'horizon lorsqu'il fit cette expérience ; et les soixante-quatorze morceaux de verre ne l'empêchoient pas de voir encore quelque apparence de son disque. Plusieurs personnes qui étoient avec lui, voyoient aussi une foible lueur, qu'ils ne distinguoient qu'avec peine, et qui s'évanouissoit aussitôt que leurs yeux n'étoient pas tout-à-fait dans l'obscurité : mais lorsqu'on eut ajouté trois morceaux de verre aux soixante-quatorze premiers, aucun des assistans ne vit plus la moindre lumière ; en sorte qu'en supposant quatre-vingts morceaux de ce même verre, on a l'épaisseur de verre nécessaire pour qu'il n'y ait plus aucune transparence par rapport aux vues même les plus délicates ; et M. Bouguer trouve, par un calcul assez facile, que la lumière du Soleil est alors rendue 900 milliars de fois plus foible : aussi toute matière transparente qui, par sa grande épaisseur, fera diminuer la lumière du Soleil 900 milliars de fois, perdra dès-lors toute sa transparence.

En appliquant cette règle à l'eau de la mer, qui de toutes les eaux est la plus limpide, M. Bouguer a trouvé que, pour perdre toute sa transparence, il faut 256 pieds d'épaisseur, attendu que, par une autre expérience, la lumière d'un flambeau avoit

diminué dans le rapport de 14 à 5, en traversant 115 pouces d'épaisseur d'eau de mer contenue dans un canal de 9 pieds 7 pouces de longueur, et que, par un calcul qu'on ne peut contester, elle doit perdre toute transparence à 256 pieds. Ainsi, selon M. Bouguer, il ne doit passer aucune lumière sensible au-delà de 256 pieds dans la profondeur de l'eau. (*Essai d'optique sur la gradation de la lumière;* Paris, 1729; page 85; in-12.)

Cependant il me semble que ce résultat de M. Bouguer s'éloigne encore beaucoup de la réalité: il seroit à desirer qu'il eût fait ses expériences avec des masses de verre de différente épaisseur, et non pas avec des morceaux de verre mis les uns sur les autres; je suis persuadé que la lumière du Soleil auroit percé une plus grande épaisseur que celle de ces quatre-vingts morceaux, qui, tous ensemble, ne formoient que 47 $\frac{1}{2}$ lignes, c'est-à-dire, à peu près 4 pouces: or, quoique ces morceaux dont il s'est servi fussent de verre commun, il est certain qu'une masse solide de quatre pouces d'épaisseur de ce même verre n'auroit pas entièrement intercepté la lumière du Soleil, d'autant que je me suis assuré, par ma propre expérience, qu'une épaisseur de 6 pouces de verre blanc la laisse passer encore assez vivement, comme on le verra dans la note suivante. Je crois donc qu'on doit plus que doubler les épaisseurs

données par M. Bouguer, et que la lumière du Soleil pénètre au moins à 600 pieds à travers l'eau de la mer : car il y a une seconde inattention dans les expériences de ce savant physicien, c'est de n'avoir pas fait passer la lumière du Soleil à travers son tuyau rempli d'eau de mer, de 9 pieds 7 pouces de longueur; il s'est contenté d'y faire passer la lumière d'un flambeau, et il en a conclu la diminution dans le rapport de 14 à 5 : or je suis persuadé que cette diminution n'auroit pas été si grande sur la lumière du Soleil, d'autant que celle du flambeau ne pouvoit passer qu'obliquement, au lieu que celle du Soleil passant directement auroit été plus pénétrante par la seule incidence, indépendamment de sa pureté et de son intensité. Ainsi, tout bien considéré, il me paroît que, pour approcher le plus près qu'il est possible de la vérité, on doit supposer que la lumière du Soleil pénètre dans le sein de la mer jusqu'à 100 toises ou 600 pieds de profondeur, et la chaleur jusqu'à 150 pieds. Ce n'est pas à dire pour cela qu'il ne passe encore au-delà quelques atomes de lumière et de chaleur, mais seulement que leur effet seroit absolument insensible, et ne pourroit être reconnu par aucun de nos sens.

[4] Page 292, ligne 22. *La chaleur du Soleil ne pénètre peut-être pas à plus de 150 pieds de pro-*

fondeur dans l'eau de la mer. Je crois être assuré de cette vérité par une analogie tirée d'une expérience qui me paroît décisive : avec une loupe de verre massif de 27 pouces de diamètre sur 6 pouces d'épaisseur à son centre, je me suis apperçu, en couvrant la partie du milieu, que cette loupe ne brûloit, pour ainsi dire, que par les bords jusqu'à 4 pouces d'épaisseur, et que toute la partie plus épaisse ne produisoit presque point de chaleur ; ensuite ayant couvert toute cette loupe, à l'exception d'un pouce d'ouverture sur son centre, j'ai reconnu que la lumière du Soleil étoit si fort affoiblie, après avoir traversé cette épaisseur de 6 pouces de verre, qu'elle ne produisoit aucun effet sur le thermomètre. Je suis donc bien fondé à présumer que cette même lumière, affoiblie par 150 pieds d'épaisseur d'eau, ne donneroit pas un degré de chaleur sensible.

La lumière que la Lune réfléchit à nos yeux, est certainement la lumière réfléchie du Soleil ; cependant cette lumière n'a point de chaleur sensible, et même, lorsqu'on la concentre au foyer d'un miroir ardent, qui augmente prodigieusement la chaleur du Soleil, cette lumière réfléchie par la Lune n'a point encore de chaleur sensible ; et celle du Soleil n'aura pas plus de chaleur, dès qu'en traversant une certaine épaisseur d'eau, elle deviendra aussi foible que celle de la Lune. Je suis donc persuadé qu'en

laissant passer les rayons du Soleil dans un large tuyau rempli d'eau, de 50 pieds de longueur seulement, ce qui n'est que le tiers de l'épaisseur que j'ai supposée, cette lumière affoiblie ne produiroit sur un thermomètre aucun effet, en supposant même la liqueur du thermomètre au degré de la congélation; d'où j'ai cru pouvoir conclure que, quoique la lumière du Soleil perce jusqu'à 600 pieds dans le sein de la mer, sa chaleur ne pénètre pas au quart de cette profondeur.

[5] Page 294, ligne 19. *Toutes les matières du globe sont de la nature du verre.* Cette vérité générale, que nous pouvons démontrer par l'expérience, a été soupçonnée par Leibnitz, philosophe dont le nom fera toujours grand honneur à l'Allemagne. *Sanè plerisque creditum et à sacris etiam scriptoribus insinuatum est, conditos in abdito telluris ignis thesauros.......... Adjuvant vultus, nam omnis ex fusione* SCORIÆ VITRI *est* GENUS...... *Talem verò esse globi nostri superficiem (neque enim ultrà penetrare nobis datum) reapse experimur; omnes enim terræ et lapides igne vitrum reddunt....... nobis satis est admoto igne omnia terrestria in* VITRO FINIRI. *Ipsa magna telluris ossa nudæque illæ rupes atque immortales silices cùm tota ferè in vitrum abeant, quid nisi concreta*

sunt ex fusis olim corporibus et primâ illa magnaque vi quam in facilem adhuc materiam exercuit ignis naturæ.... cùm igitur omniaque non avolent in auras, tandem fundantur, et, speculorum imprimis urentium ope, vitri naturam sumant, hinc facilè intelliges vitrum esse velut TERRÆ BASIN, *et naturam ejus cæterorum plerumque corporum larvis latere.* (G. G. Leibnitii *Protogæa;* Goettingæ, 1749; pag. 4 et 5.)

[6] Page 295, ligne 9. *Toutes les matières terrestres ont le verre pour base, et peuvent être réduites en verre par le moyen du feu.* J'avoue qu'il y a quelques matières que le feu de nos fourneaux ne peut réduire en verre; mais au moyen d'un bon miroir ardent, ces mêmes matières s'y réduiront: ce n'est point ici le lieu de rapporter les expériences faites avec les miroirs de mon invention, dont la chaleur est assez grande pour volatiliser ou vitrifier toutes les matières exposées à leur foyer. Mais il est vrai que, jusqu'à ce jour, l'on n'a pas encore eu des miroirs assez puissans pour réduire en verre certaines matières du genre vitrescible, telles que le crystal de roche, le *silex* ou la pierre à fusil; ce n'est donc pas que ces matières ne soient par leur nature réductibles en verre comme les autres, mais seulement qu'elles exigent un feu plus violent.

[7] Page 308, ligne 3. *Les os et les défenses de ces anciens éléphans sont au moins aussi grands et aussi gros que ceux des éléphans actuels.* On peut s'en assurer par les descriptions et les dimensions qu'en a données M. Daubenton; mais, depuis ce temps, on m'a envoyé une défense entière et quelques autres morceaux d'ivoire fossile, dont les dimensions excèdent de beaucoup la longueur et la grosseur ordinaire des défenses de l'éléphant : j'ai même fait chercher chez tous les marchands de Paris qui vendent de l'ivoire, on n'a trouvé aucune défense comparable à celle-ci, et il ne s'en est trouvé qu'une seule, sur un très-grand nombre, égale à celles qui nous sont venues de Sibérie, dont la circonférence est de 19 pouces à la base. Les marchands appellent *ivoire crud* celui qui n'a pas été dans la terre, et que l'on prend sur les éléphans vivans, ou qu'on trouve dans les forêts avec les squelettes récens de ces animaux; et ils donnent le nom d'*ivoire cuit* à celui qu'on tire de la terre, et dont la qualité se dénature plus ou moins par un plus ou moins long séjour, ou par la qualité plus ou moins active des terres où il a été renfermé. La plupart des défenses qui nous sont venues du Nord, sont encore d'un ivoire très-solide, dont on pourroit faire de beaux ouvrages : les plus grosses nous ont été envoyées par M. de l'Isle, astronome, de l'académie royale des sciences; il les

a recueillies dans son voyage en Sibérie. Il n'y avoit dans tous les magasins de Paris qu'une seule défense d'ivoire crud qui eût 19 pouces de circonférence; toutes les autres étoient plus menues : cette grosse défense avoit 6 pieds un pouce de longueur, et il paroît que celles qui sont au Cabinet du roi, et qui ont été trouvées en Sibérie, avoient plus de 6 pieds $\frac{1}{2}$ lorsqu'elles étoient entières; mais, comme les extrémités en sont tronquées, on ne peut en juger qu'à peu près.

Et si l'on compare les os fémurs trouvés de même dans les terres du Nord, on s'assurera qu'ils sont au moins aussi longs et considérablement plus épais que ceux des éléphans actuels.

Au reste, nous avons, comme je l'ai dit, comparé exactement les os et les défenses qui nous sont venus de Sibérie, aux os et aux défenses d'un squelette d'éléphant, et nous avons reconnu évidemment que tous ces ossemens sont des dépouilles de ces animaux. Les défenses venues de Sibérie ont non seulement la figure, mais aussi la vraie structure de l'ivoire de l'éléphant, dont M. Daubenton donne la description dans les termes suivans :

« Lorsqu'une défense d'éléphant est coupée trans-
« versalement, on voit au centre, ou à peu près au
« centre, un point noir qui est appelé *le cœur;* mais
« si la défense a été coupée à l'endroit de sa cavité, il

« n'y a au centre qu'un trou rond ou ovale: on apper-
« çoit des lignes courbes qui s'étendent en sens con-
« traire, depuis le centre à la circonférence, et qui se
« croisant forment de petites losanges; il y a ordinai-
« rement à la circonférence une bande étroite et cir-
« culaire : les lignes courbes se ramifient à mesure
« qu'elles s'éloignent du centre; et le nombre de
« ces lignes est d'autant plus grand, qu'elles ap-
« prochent plus de la circonférence : ainsi la gran-
« deur des losanges est presque par-tout à peu près
« la même. Leurs côtés, ou au moins leurs angles,
« ont une couleur plus vive que l'aire, sans doute
« parce que leur substance est plus compacte : la
« bande de la circonférence est quelquefois compo-
« sée de fibres droites et transversales, qui abouti-
« roient au centre si elles étoient prolongées; c'est
« l'apparence de ces lignes et de ces points que l'on
« regarde comme le grain de l'ivoire : on l'apperçoit
« dans tous les ivoires, mais il est plus ou moins
« sensible dans les différentes défenses; et, parmi
« les ivoires dont le grain est assez apparent pour
« qu'on leur donne le nom d'*ivoire grenu*, il y en a
« que l'on appelle *ivoire à gros grain*, pour le dis-
« tinguer de l'ivoire dont le grain est fin ». Voyez,
dans cette Histoire naturelle, l'article de *l'Éléphant*,
et les *Mémoires de l'académie des sciences*, année
1762.

[8] Page 308, ligne 11. *Le seul état de captivité auroit réduit ces éléphans au quart ou au tiers de leur grandeur.* Cela nous est démontré par la comparaison que nous avons faite du squelette entier d'un éléphant qui est au Cabinet du roi, et qui avoit vécu seize ans dans la ménagerie de Versailles, avec les défenses des autres éléphans dans leur pays natal; ce squelette et ces défenses, quoique considérables par la grandeur, sont certainement de moitié plus petits pour le volume que ne le sont les défenses et les squelettes de ceux qui vivent en liberté, soit dans l'Asie, soit en Afrique, et en même temps ils sont au moins de deux tiers plus petits que les ossemens de ces mêmes animaux trouvés en Sibérie.

[9] Page 314, ligne 11. *On trouve des défenses et des ossemens d'éléphant non seulement en Sibérie, en Russie et au Canada, mais encore en Pologne, en Allemagne, en France, en Italie.* Indépendamment de tous les morceaux qui nous ont été envoyés de Russie et de Sibérie, et que nous conservons au Cabinet du roi, il y en a plusieurs autres dans les cabinets des particuliers de Paris ; il y en a un grand nombre dans le Muséum de Pétersbourg, comme on peut le voir dans le catalogue qui en a été imprimé dès l'année 1742 ; il y en a de même dans le Muséum de Londres, dans celui de

Copenhague et dans quelques autres collections, en Angleterre, en Allemagne, en Italie : on a même fait plusieurs ouvrages de tour avec cet ivoire trouvé dans les terres du Nord ; ainsi l'on ne peut douter de la grande quantité de ces dépouilles d'éléphans en Sibérie et en Russie.

M. Pallas, savant naturaliste, a trouvé dans son voyage en Sibérie, ces années dernières, une grande quantité d'ossemens d'éléphant, et un squelette entier de rhinocéros, qui n'étoit enfoui qu'à quelques pieds de profondeur.

« On vient de découvrir des os monstrueux d'éléphant à Swijatoki, à dix-sept verstes de Pétersbourg ; on les a tirés d'un terrain inondé depuis long-temps. On ne peut donc plus douter de la prodigieuse révolution qui a changé le climat, les productions et les animaux de toutes les contrées de la Terre. Ces médailles naturelles prouvent que les pays dévastés aujourd'hui par la rigueur du froid ont eu autrefois tous les avantages du Midi ». (*Journal de politique et de littérature*, 5 janvier 1776 ; article de *Pétersbourg*.)

La découverte des squelettes et des défenses d'éléphans dans le Canada est assez récente, et j'en ai été informé des premiers par une lettre de feu M. Collinson, membre de la société royale de Londres : voici la traduction de cette lettre.

« M. George Croghan nous a assuré que, dans « le cours de ses voyages en 1765 et 1766, dans les « contrées voisines de la rivière d'*Ohio*, environ à « 4 milles sud-est de cette rivière, éloignée de 640 « milles du fort de Quesne (que nous appelons « maintenant *Pitsburgh*), il a vu, aux environs « d'un grand marais salé, où les animaux sauvages « s'assemblent en certains temps de l'année, de « grands os et de grosses dents, et qu'ayant examiné « cette place avec soin, il a découvert, sur un banc « élevé du côté du marais, un nombre prodigieux « d'os de très-grands animaux, et que par la lon- « gueur et la forme de ces os et de ces défenses on « doit conclure que ce sont des os d'éléphans.

« Mais les grosses dents que je vous envoie, « monsieur, ont été trouvées avec ces défenses ; « d'autres encore plus grandes que celles-ci, pa- « roissent indiquer et même démontrer qu'elles « n'appartiennent pas à des éléphans. Comment « concilier ce paradoxe ? Ne pourroit-on pas suppo- « ser qu'il a existé autrefois un grand animal qui « avoit les défenses de l'éléphant et les mâchelières « de l'hippopotame ? car ces grosses dents mâche- « lières sont très-différentes de celles de l'éléphant. « M. Croghan pense, d'après la grande quantité de « ces différentes sortes de dents, c'est-à-dire, des « défenses et des dents molaires qu'il a observées

« dans cet endroit, qu'il y avoit au moins trente de « ces animaux. Cependant les éléphans n'étoient « point connus en Amérique, et probablement ils « n'ont pu y être apportés d'Asie : l'impossibilité « qu'ils ont à vivre dans ces contrées, à cause de la « rigueur des hivers, et où cependant on trouve une « si grande quantité de leurs os, fait encore un pa- « radoxe que votre éminente sagacité doit détermi- « ner.

« M. Croghan a envoyé à Londres, au mois de « février 1767, les os et les dents qu'il avoit rassem- « blés dans les années 1765 et 1766 :

« 1°. A mylord Shelburne, deux grandes défenses, « dont une étoit bien entière et avoit près de 7 pieds « de long (6 pieds 7 pouces de France); l'épaisseur « étoit comme celle d'une défense ordinaire d'un « éléphant qui auroit cette longueur.

« 2°. Une mâchoire avec deux dents mâchelières « qui y tenoient, et outre cela plusieurs très-grosses « dents mâchelières séparées.

« Au docteur Franklin, 1°. trois défenses d'élé- « phant, dont une, d'environ 6 pieds de long, étoit « cassée par la moitié, gâtée ou rongée au centre, et « semblable à de la craie; les autres étoient très- « saines, le bout de l'une des deux étoit aiguisé en « pointe et d'un très-bel ivoire.

« 2°. Une petite défense d'environ 3 pieds de long,

« grosse comme le bras, avec les alvéoles qui re-
« çoivent les muscles et les tendons, qui étoient
« d'une couleur marron luisante, laquelle avoit l'air
« aussi frais que si on venoit de les tirer de la tête
« de l'animal.

« 3°. Quatre mâchelières, dont l'une des plus
« grandes avoit plus de largeur et un rang de pointes
« de plus que celles que je vous ai envoyées. Vous
« pouvez être assuré que toutes celles qui ont été
« envoyées à mylord Shelburne et à M. Franklin,
« étoient de la même forme et avoient le même émail
« que celles que je mets sous vos yeux.

« Le docteur Franklin a dîné dernièrement avec
« un officier qui a rapporté de cette même place,
« voisine de la rivière d'Ohio, une défense plus
« blanche, plus luisante, plus unie que toutes les
« autres, et une mâchelière encore plus grande que
« toutes celles dont je viens de faire mention ».
(Lettre de M. Collinson à M. de Buffon, datée de
Mill-hill, près de Londres, le 3 juillet 1767.)

Extrait du Journal du voyage de M. Croghan, fait sur la rivière d'Ohio, et envoyé à M. Franklin, au mois de mai 1765.

« Nous avons passé la grande rivière de Miame,
« et, le soir, nous sommes arrivés à l'endroit où l'on

« a trouvé des os d'éléphans ; il peut y avoir 640 « milles de distance du fort Pitt. Dans la matinée, « j'allai voir la grande place marécageuse où les « animaux sauvages se rendent dans de certains « temps de l'année ; nous arrivâmes à cet endroit « par une route battue par les bœufs sauvages (*bi-* « *sons*), éloigné d'environ 4 milles au sud-est du « fleuve Ohio. Nous vîmes de nos yeux qu'il se « trouve dans ces lieux une grande quantité d'osse- « mens, les uns épars, les autres enterrés à cinq ou « six pieds sous terre, que nous vîmes dans l'épais- « seur du banc de terre qui borde cette espèce de « route. Nous trouvâmes là deux défenses de 6 pieds « de longueur, que nous transportâmes à notre bord, « avec d'autres os et des dents ; et, l'année suivante, « nous retournâmes au même endroit prendre « encore un plus grand nombre d'autres défenses et « d'autres dents. »

« Si M. de Buffon avoit des doutes et des ques- « tions à faire sur cela, je le prie, dit M. Collinson, « de me les envoyer ; je ferois passer sa lettre à « M. Croghan, homme très-honnête et éclairé, qui « seroit charmé de satisfaire à ses questions ».

Ce petit Mémoire étoit joint à la lettre que je viens de citer, et à laquelle je vais ajouter l'extrait de ce que M. Collinson m'avoit écrit auparavant, au

sujet de ces mêmes ossemens trouvés en Amérique.
« Il y avoit à environ un mille et demi de la « rivière d'Ohio six squelettes monstrueux enterrés « debout, portant des défenses de 5 à 6 pieds de « long, qui étoient de la forme et de la substance des « défenses d'éléphans; elles avoient 30 pouces de « circonférence à la racine; elles alloient en s'amin-« cissant jusqu'à la pointe : mais on ne peut pas bien « connoître comment elles étoient jointes à la mâ-« choire, parce qu'elles étoient brisées en pièces. Un « fémur de ces mêmes animaux fut trouvé bien en-« tier; il pesoit cent livres, et avoit 4 ½ pieds de long. « Ces défenses et ces os de la cuisse font voir que « l'animal étoit d'une prodigieuse grandeur. Ces « faits ont été confirmés par M. Greenwood, qui, « ayant été sur les lieux, a vu les six squelettes dans « le marais salé; il a de plus trouvé dans le même « lieu, de grosses dents mâchelières, qui ne pa-« roissent pas appartenir à l'éléphant, mais plutôt « à l'hippopotame; et il a rapporté quelques unes de « ces dents à Londres, deux entre autres qui pesoient « ensemble 9 ¼ livres. Il dit que l'os de la mâchoire « avoit près de 3 pieds de longueur, et qu'il étoit « trop lourd pour être porté par deux hommes : il « avoit mesuré l'intervalle entre l'orbite des deux « yeux, qui étoit de 18 pouces. Une Angloise faite « prisonnière par les sauvages et conduite à ce

« marais salé, pour leur apprendre à faire du sel en « faisant évaporer l'eau, a déclaré se souvenir, par « une circonstance singulière, d'avoir vu ces osse-« mens énormes; elle racontoit que trois François « qui cassoient des noix, étoient tous trois assis sur « un seul de ces grands os de la cuisse. »

Quelque temps après m'avoir écrit ces lettres, M. Collinson lut à la société royale de Londres deux petits Mémoires sur ce même sujet, et dans lesquels j'ai trouvé quelques faits de plus que je vais rapporter, en y joignant un mot d'explication sur les choses qui en ont besoin.

« Le marais salé où l'on a trouvé les os d'élé-« phans, n'est qu'à quatre milles de distance des « bords de la rivière d'Ohio; mais il est éloigné de « plus de 700 milles de la plus prochaine côte de la « mer. Il y avoit un chemin frayé par les bœufs sau-« vages (*bisons*), assez large pour deux chariots de « front, qui menoit droit à la place de ce grand ma-« rais salé, où ces animaux se rendent, aussi-bien « que toutes les espèces de cerfs et de chevreuils, dans « une certaine saison de l'année, pour lécher la terre « et boire de l'eau salée..... Les ossemens d'éléphans « se trouvent sous une espèce de levée, ou plutôt « sous la rive qui entoure et surmonte le marais à 5 « ou 6 pieds de hauteur; on y voit un très-grand « nombre d'os et de dents qui ont appartenu à quel-

« ques animaux d'une grosseur prodigieuse ; il y a « des défenses qui ont près de 7 pieds de longueur, « et qui sont d'un très-bel ivoire : on ne peut donc « guère douter qu'elles n'aient appartenu à des élé-« phans. Mais ce qu'il y a de singulier, c'est que « jusqu'ici l'on n'a trouvé parmi ces défenses aucune « dent molaire ou mâchelière d'éléphant, mais seu-« lement un grand nombre de grosses dents, dont « chacune porte cinq ou six pointes mousses, les-« quelles ne peuvent avoir appartenu qu'à quelque « animal d'une énorme grandeur, et ces grosses dents « quarrées n'ont point de ressemblance aux mâche-« lières de l'éléphant, qui sont applaties et quatre « ou cinq fois aussi larges qu'épaisses; en sorte que « ces grosses dents molaires ne ressemblent aux « dents d'aucun animal connu. »

Ce que dit ici M. Collinson est très-vrai : ces grosses dents molaires diffèrent absolument des dents mâchelières de l'éléphant; et en les comparant à celles de l'hippopotame, auxquelles ces grosses dents ressemblent par leur forme quarrée, on verra qu'elles en diffèrent aussi par leur grosseur, étant deux, trois et quatre fois plus volumineuses que les plus grosses dents des anciens hippopotames trouvées de même en Sibérie et au Canada, quoique ces dents soient elles-mêmes trois ou quatre fois plus grosses que celles des hippopotames actuellement existans.

Toutes les dents que j'ai observées dans quatre têtes de ces animaux qui sont au Cabinet du roi, ont la face qui broie creusée en forme de trèfle, et celles qui ont été trouvées au Canada et en Sibérie, ont ce même caractère, et n'en diffèrent que par la grandeur; mais ces énormes dents à grosses pointes mousses diffèrent de celles de l'hippopotame creusées en trèfle, ont toujours quatre et quelquefois cinq rangs, au lieu que les plus grosses dents des hippopotames n'en ont que trois, comme on peut le voir en comparant les figures des planches I, III et IV avec celles de la planche V. Il paroît donc certain que ces grosses dents n'ont jamais appartenu à l'éléphant ni à l'hippopotame : la différence de grandeur, quoiqu'énorme, ne m'empêcheroit pas de les regarder comme appartenant à cette dernière espèce, si tous les caractères de la forme étoient semblables, puisque nous connoissons, comme je viens de le dire, d'autres dents quarrées, trois ou quatre fois plus grosses que celles de nos hippopotames actuels, et qui néanmoins ayant les mêmes caractères pour la forme, et particulièrement les creux en trèfle sur la face qui broie, sont certainement des dents d'hippopotames trois fois plus grands que ceux dont nous avons les têtes ; et c'est de ces grosses dents (planche V) qui sont vraiment des dents d'hippopotames, que j'ai parlé lorsque j'ai dit qu'il s'en trouvoit éga-

lement dans les deux continens, aussi-bien que des défenses d'éléphant : mais ce qu'il y a de très-remarquable, c'est que non seulement on a trouvé de vraies défenses d'éléphans et de vraies dents de gros hippopotames en Sibérie et au Canada, mais qu'on y a trouvé de même ces dents beaucoup plus énormes à grosses pointes mousses et à quatre rangs ; je crois donc pouvoir prononcer avec fondement que cette très-grande espèce d'animal est perdue.

M. le comte de Vergennes, ministre et secrétaire d'état, a eu la bonté de me donner, en 1770, la plus grosse de toutes ces dents, laquelle est représentée planches I et II : elle pèse onze livres quatre onces. Cette énorme dent molaire a été trouvée dans la petite Tartarie, en faisant un fossé. Il y avoit d'autres os qu'on n'a pas recueillis, et entre autres un os fémur, dont il ne restoit que la moitié bien entière, et la cavité de cette moitié contenoit quinze pintes de Paris. M. l'abbé Chappe, de l'académie des sciences, nous a rapporté de Sibérie une autre dent toute pareille, mais moins grosse, et qui ne pèse que trois livres douze onces et demie (planche III, fig. 1 et 2). Enfin la plus grosse de celles que M. Collinson m'avoit envoyées, et qui est représentée planche IV, a été trouvée, avec plusieurs autres semblables, en Amérique, près de la rivière d'Ohio; et d'autres qui nous sont venues

de Canada, leur ressemblent parfaitement. L'on ne peut donc pas douter qu'indépendamment de l'éléphant et de l'hippopotame, dont on trouve également les dépouilles dans les deux continens, il n'y eût encore un autre animal commun aux deux continens, d'une grandeur supérieure à celle même des plus grands éléphans; car la forme quarrée de ces énormes dents mâchelières prouve qu'elles étoient en nombre dans la mâchoire de l'animal; et quand on n'y en supposeroit que six ou même quatre de chaque côté, on peut juger de l'énormité d'une tête qui auroit au moins seize dents mâchelières, pesant chacune dix ou onze livres. L'éléphant n'en a que quatre, deux de chaque côté; elles sont applaties, elles occupent tout l'espace de la mâchoire; et ces deux dents molaires de l'éléphant fort applaties ne surpassent que de deux pouces la largeur de la plus grosse dent quarrée de l'animal inconnu, qui est du double plus épaisse que celles de l'éléphant. Ainsi tout nous porte à croire que cette ancienne espèce, qu'on doit regarder comme la première et la plus grande de tous les animaux terrestres, n'a subsisté que dans les premiers temps, et n'est pas parvenue jusqu'à nous; car un animal dont l'espèce seroit plus grande que celle de l'éléphant, ne pourroit se cacher nulle part sur la terre au point de demeurer inconnu; et d'ailleurs il est évident par

la forme même de ces dents, par leur émail et par la disposition de leurs racines, qu'elles n'ont aucun rapport aux dents des cachalots ou autres cétacés, et qu'elles ont réellement appartenu à un animal terrestre dont l'espèce étoit plus voisine de celle de l'hippopotame que d'aucune autre.

Dans la suite du Mémoire que j'ai cité ci-dessus, M. Collinson dit que plusieurs personnes de la société royale connoissent, aussi-bien que lui, les défenses d'éléphant que l'on trouve tous les ans en Sibérie sur les bords du fleuve Obi et des autres rivières de cette contrée. Quel systême établira-t-on, ajoute-t-il, avec quelque degré de probabilité, pour rendre raison de ces dépôts d'ossemens d'éléphans en Sibérie et en Amérique? Il finit par donner l'énumération, les dimensions et le poids de toutes ces dents trouvées dans le marais salé de la rivière d'Ohio, dont la plus grosse dent quarrée appartenoit au capitaine *Ourry*, et pesoit 6 livres ½.

Dans le second petit Mémoire de M. Collinson, lu à la société royale de Londres le 10 décembre 1767, il dit que, s'étant apperçu qu'une des défenses trouvées dans le marais salé avoit des stries près du gros bout, il avoit eu quelque doute si ces stries étoient particulières ou non à l'espèce de l'éléphant; pour se satisfaire, il alla visiter le magasin d'un marchand qui fait commerce de dents de toute

espèce, et qu'après les avoir bien examinées, il trouva qu'il y avoit autant de défenses striées au gros bout que d'unies, et que par conséquent il ne faisoit plus aucune difficulté de prononcer que ces défenses trouvées en Amérique ne fussent semblables, à tous égards, aux défenses des éléphans d'Afrique et d'Asie : mais, comme les grosses dents quarrées trouvées dans le même lieu n'ont aucun rapport avec les dents molaires de l'éléphant, il pense que ce sont les restes de quelque animal énorme qui avoit les défenses de l'éléphant avec des dents molaires particulières à son espèce, laquelle est d'une grandeur et d'une forme différente de celle d'aucun animal connu. Voyez les *Transactions philosophiques* de l'année 1767.

Dès l'année 1748, M. Fabri, qui avoit fait de grandes courses dans le nord de la Louisiane et dans le sud du Canada, m'avoit informé qu'il avoit vu des têtes et des squelettes d'un animal quadrupède d'une grandeur énorme, que les sauvages appeloient le *père-aux-bœufs*, et que les os fémurs de ces animaux avoient 5 et jusqu'à 6 pieds de hauteur. Peu de temps après, et avant l'année 1767, quelques personnes à Paris avoient déjà reçu quelques-unes des grosses dents de l'animal inconnu, d'autres d'hippopotames, et aussi des ossemens d'éléphans trouvés en Canada : le nombre en est trop considé-

rable, pour qu'on puisse douter que ces animaux n'aient pas autrefois existé dans les terres septentrionales de l'Amérique, comme dans celles de l'Asie et de l'Europe.

Mais les éléphans ont aussi existé dans toutes les contrées tempérées de notre continent : j'ai fait mention des défenses trouvées en Languedoc près de Simore, et de celles trouvées à Cominges en Gascogne ; je dois y ajouter la plus belle et la plus grande de toutes, qui nous a été donnée en dernier lieu pour le Cabinet du roi, par M. le duc de la Rochefoucauld, dont le zèle pour le progrès des sciences est fondé sur les grandes connoissances qu'il a acquises dans tous les genres. Il a trouvé ce beau morceau en visitant, avec M. Desmarest, de l'académie des sciences, les campagnes aux environs de Rome. Cette défense étoit divisée en cinq fragmens, que M. le duc de la Rochefoucauld fit recueillir : l'un de ces fragmens fut soustrait par le crocheteur qui en étoit chargé, et il n'en est resté que quatre, lesquels ont environ 8 pouces de diamètre ; en les rapprochant, ils forment une longueur de 7 pieds ; et nous savons, par M. Desmarest, que le cinquième fragment, qui a été perdu, avoit près de 3 pieds : ainsi l'on peut assurer que la défense entière devoit avoir environ 10 pieds de longueur. En examinant les cassures, nous y avons reconnu tous les carac-

tères de l'ivoire de l'éléphant; seulement cet ivoire, altéré par un long séjour dans la terre, est devenu léger et friable comme les autres ivoires fossiles.

M. Tozzetti, savant naturaliste d'Italie, rapporte qu'on a trouvé, dans les vallées de l'Arno, des os d'éléphans et d'autres animaux terrestres en grande quantité, et épars çà et là dans les couches de la terre, et il dit qu'on peut conjecturer que les éléphans étoient anciennement des animaux indigènes à l'Europe, et sur-tout à la Toscane. (Extrait d'une lettre du docteur Tozzetti. *Journal étranger*, mois de décembre 1755.)

« On trouva, dit M. Coltellini, vers la fin du « mois de novembre 1759, dans un bien de cam- « pagne appartenant au marquis de Petrella, et situé « à Fusigliano dans le territoire de Cortone, un « morceau d'os d'éléphant incrusté, en grande partie, « d'une matière pierreuse...... Ce n'est pas d'aujour- « d'hui qu'on a trouvé de pareils os fossiles dans nos « environs.

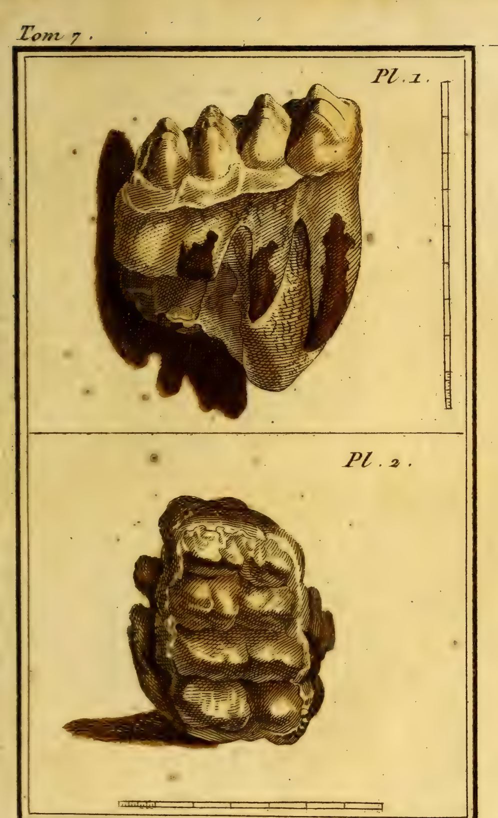
« Dans le cabinet de M. Galeotto Corazzi, il y a « un autre grand morceau de défense d'éléphant « pétrifié et trouvé ces dernières années dans les en- « virons de Cortone, au lieu appelé *la Selva*......... « Ayant comparé ces fragmens d'os avec un morceau « de défense d'éléphant venu depuis peu d'Asie, on « a trouvé qu'il y avoit entre eux une ressemblance « parfaite.

« M. l'abbé Mearini m'apporta, au mois d'avril « dernier, une mâchoire entière d'éléphant qu'il « avoit trouvée dans le district de Farneta, village « de ce diocèse. Cette mâchoire est pétrifiée en « grande partie, et sur-tout des deux côtés, où l'in- « crustation pierreuse s'élève à la hauteur d'un « pouce et à toute la dureté de la pierre.

« Je dois enfin à M. Muzio Angelieri Alticozzi, « gentilhomme de cette ville, un fémur presque en- « tier d'éléphant, qu'il a découvert lui-même dans « un de ses biens de campagne appelé *la Rota*, « situé dans le territoire de Cortone. Cet os, qui est « long d'une brasse de Florence, est aussi pétrifié, « sur-tout dans l'extrémité supérieure qu'on appelle « la tête..... ». (Lettre de M. Louis Coltellini, de Cortone. *Journal étranger*, mois de juillet 1761.)

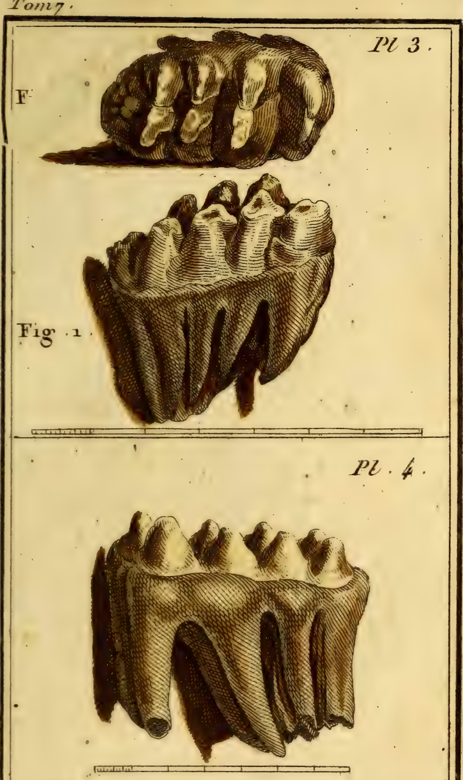
[10] Page 317, ligne 4. *Ces grandes volutes pétrifiées, dont quelques unes ont plusieurs pieds de diamètre.* La connoissance de toutes les pétrifications dont on ne trouve plus les analogues vivans, supposeroit une étude longue et une comparaison réfléchie de toutes les espèces de pétrifications qu'on a trouvées jusqu'à présent dans le sein de la Terre, et cette science n'est pas encore fort avancée; cependant nous sommes assurés qu'il y a plusieurs de ces

espèces, telles que les cornes d'ammon, les orthocératites, les pierres lenticulaires ou numismales, les bélemnites, les pierres judaïques, les anthropomorphites, etc. qu'on ne peut rapporter à aucune espèce actuellement subsistante. Nous avons vu des cornes d'ammon pétrifiées de deux et trois pieds de diamètre, et nous avons été assurés, par des témoins dignes de foi, qu'on en a trouvé une en Champagne plus grande qu'une meule de moulin, puisqu'elle avoit 8 pieds de diamètre sur un pied d'épaisseur: on m'a même offert dans le temps de me l'envoyer; mais l'énormité du poids de cette masse, qui est d'environ huit milliers, et la grande distance de Paris, m'ont empêché d'accepter cette offre. On ne connoît pas plus les espèces d'animaux auxquels ont appartenu les dépouilles dont nous venons d'indiquer les noms; mais ces exemples, et plusieurs autres que je pourrois citer, suffisent pour prouver qu'il existoit autrefois dans la mer plusieurs espèces de coquillages et de crustacés qui ne subsistent plus. Il en est de même de quelques poissons à écailles; la plupart de ceux qu'on trouve dans les ardoises et dans certains schistes ne ressemblent pas assez aux poissons qui nous sont connus, pour qu'on puisse dire qu'ils sont de telle ou telle espèce; ceux qui sont au Cabinet du roi, parfaitement conservés dans des masses de pierre, ne peuvent de même se rapporter



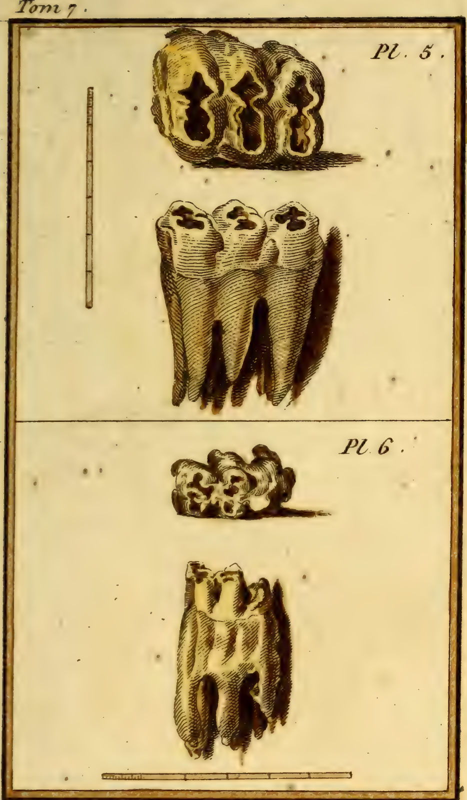
L Pouquet S.





J. Bouquet. S.





J Panquet S.

précisément à nos espèces connues : il paroît donc que, dans tous les genres, la mer a autrefois nourri des animaux dont les espèces n'existent plus.

Mais, comme nous l'avons dit, nous n'avons jusqu'à présent qu'un seul exemple d'une espèce perdue dans les animaux terrestres, et il paroît que c'étoit la plus grande de toutes, sans même en excepter l'éléphant. Et puisque les exemples des espèces perdues dans les animaux terrestres sont bien plus rares que dans les animaux marins, cela ne semble-t-il pas prouver encore que la formation des premiers est postérieure à celle des derniers ?

Fin du tome septième.

TABLE

Des articles contenus dans ce volume.

Partie hypothétique.

DE L'IMPRIMERIE DE PLASSAN.

4281

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00770 6633